

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000236314  
PUBLICATION DATE : 29-08-00

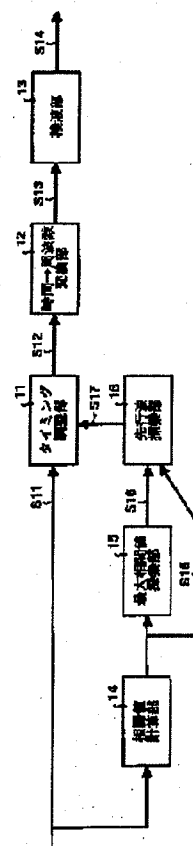
APPLICATION DATE : 15-02-99  
APPLICATION NUMBER : 11036005

APPLICANT : MITSUBISHI ELECTRIC CORP;

INVENTOR : TAIRA AKINORI;

INT.CL. : H04J 11/00 H04L 7/00

TITLE : RECEPTION EQUIPMENT FOR OFDM  
COMMUNICATION SYSTEM



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide reception equipment capable of providing satisfactory synchronizing characteristics even in the communication environment of high noise power.

SOLUTION: The reception equipment for performing timing synchronization in OFDM transmission while using continued specific repetition patterns included in a received signal is provided with a correlation value calculating part 14 for calculating the correlation between the received signal and a signal pattern while shifting the calculation at every certain specified time by calculating the same signal pattern as the specified repetition pattern and internally preparing the calculated result, a timing control part 11 for performing the timing synchronization in the OFDM transmission while using the plural correlation values provided by the correlation value calculating means, a maximum correlation value searching part 15 and a preceding wave searching part 16.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-236314

(P2000-236314A)

(43) 公開日 平成12年8月29日 (2000.8.29)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

データベース (参考)

H 0 4 J 11/00

H 0 4 J 11/00

Z 5 K 0 2 2

H 0 4 L 7/00

H 0 4 L 7/00

F 5 K 0 4 7

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願平11-36005

(22) 出願日 平成11年2月15日 (1999.2.15)

(71) 出願人 00006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 平 明徳

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100089118

弁理士 酒井 宏明

Fターム (参考) 5K022 DD01 DD13 DD18 DD19 DD33

DD42

5K047 AA01 AA13 BB01 HH15 HH42

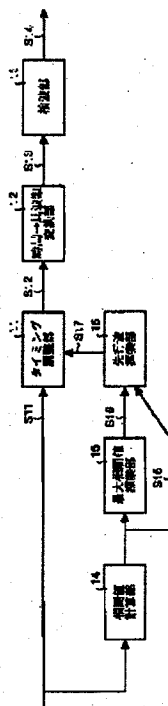
JJ02 MM12

(54) 【発明の名称】 OFDM通信システム用受信装置

(57) 【要約】

【課題】 ノイズ電力の大きな通信環境においても、良好な同期特性が得られる受信装置を得ること。

【解決手段】 受信信号に含まれる、連続する特定の繰り返しパターンを用いて、OFDM伝送におけるタイミング同期を行う受信装置において、前記特定の繰り返しパターンと同一の信号パターンを計算し、該計算結果を予め内部に用意しておく、前記受信信号と前記信号パターンとの相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行う相関値計算部14と、前記相関値計算手段により得られる複数の相関値を用いて、前記OFDM伝送におけるタイミング同期を行うタイミング調整部11、最大相関値探索部15、および先行波探索部16を備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 受信信号に含まれる、連続する特定の繰り返しパターンを用いて、OFDM伝送におけるタイミング同期を行う受信装置において、前記特定の繰り返しパターンと同一の信号パターンを計算し、該計算結果を予め内部に用意しておき、前記受信信号と前記信号パターンとの相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行う相関値計算手段と、前記相関値計算手段により得られる複数の相関値を用いて、前記OFDM伝送におけるタイミング同期を行うタイミング同期処理手段と、を備えることを特徴とする受信装置。

【請求項2】 前記タイミング同期処理手段は、前記得られる複数の相関値から、最大相関値となる位置を探索する最大相関値探索手段と、前記最大相関値から所定のしきい値を決定し、該しきい値以上で、かつ時間的に最も前方の相関値の位置を、タイミング同期の基準位置情報として出力する先行波探索手段と、前記基準位置情報に基づいて、前記OFDM伝送におけるタイミング同期を行うタイミング調整手段と、を備えることを特徴とする請求項1に記載の受信装置。

【請求項3】 前記タイミング調整手段は、さらに、前記基準位置情報に基づいて、距離偏差やマルチパスの影響により動的に変化する受信信号のデータ部分を決定し、該データ部分を出力することを特徴とする請求項2に記載の受信装置。

【請求項4】 前記データ部分を時間軸の信号から周波数軸の信号に変換し、各サブキャリア上の変調信号を再生する時間/周波数変換手段と、前記各サブキャリア上の変調信号を検波し、復調する検波手段と、を備えることを特徴とする請求項3に記載の受信装置。

【請求項5】 前記基準位置情報および前記相関値計算手段から得られる複数の相関値から、マルチパス伝送路の各パスの振幅、位相回転量、遅延時間を示す伝送路情報を推定する伝送路推定手段と、該伝送路情報からパイロット信号を計算するパイロット生成手段と、を備え、

該パイロット信号に基づいて同期検波処理を行うことを特徴とする請求項2、3または4に記載の受信装置。

【請求項6】 受信信号に含まれる、連続する特定の繰り返しパターンを用いて、OFDM伝送におけるタイミング同期を行う受信装置において、前記特定の繰り返しパターンと同一の信号パターンを計算し、該計算結果を予め内部に用意しておき、前記受信信号と前記信号パターンとの相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行う相関値計算手段と、前記得られる複数の相関値から、受信信号の強度分布を

求め、ガードインターバル外に配置される受信信号の電力値が最小となるような同期位置を決定し、該同期位置をタイミング同期の基準位置情報として出力する伝送路解析手段と、

前記基準位置情報に基づいて、前記OFDM伝送におけるタイミング同期を行うタイミング調整手段と、を備えることを特徴とする記載の受信装置。

【請求項7】 前記タイミング調整手段は、さらに、前記基準位置情報に基づいて、距離偏差やマルチパスの影響により動的に変化する受信信号のデータ部分を決定し、該データ部分を出力することを特徴とする請求項6に記載の受信装置。

【請求項8】 前記データ部分を時間軸の信号から周波数軸の信号に変換し、各サブキャリア上の変調信号を再生する時間/周波数変換手段と、前記各サブキャリア上の変調信号を検波し、復調する検波手段と、

を備えることを特徴とする請求項7に記載の受信装置。

【請求項9】 前記相関値計算手段、伝送路解析手段、タイミング調整手段、時間/周波数変換手段、および検波手段を備える前期受信装置を、複数系統備えることにより、ダイバーシチ受信を行い、各系統の伝送路解析手段が、それぞれ、ガードインターバル内に配置される受信信号の電力値と、ガードインターバル外に配置される干渉波となる受信信号の電力値との比の情報を出力する構成とし、さらに、前記各系統の伝送路解析手段からの比に基づいて、重み付け係数を計算する重み付け係数計算手段と、各系統の検波手段の出力を前記重み付け係数に基づいて重み付けし、ダイバーシチ合成を行うダイバーシチ合成手段と、を備えることを特徴とする請求項8に記載の受信装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、移動体通信等に用いられるOFDM通信システム用の受信装置に関するものであり、特に、受信信号に含まれる連続する特定の繰り返しパターンを用いて、OFDM伝送におけるタイミング同期を行う受信装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】以下、従来のOFDM通信システム用受信装置について説明する。たとえば、広帯域移動体通信では、距離偏差やマルチパスの影響により受信信号の到来タイミングは動的に変化する。特に、OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) に代表されるマルチキャリア通信は、受信タイミングの誤差に敏感なため、何らかの補償を行う必要がある。

【0003】上記、何らかの補償を行うOFDM通信システム用受信装置に関する文献としては、たとえば、「OFDM用周波数およびシンボルタイミング同期方

式」(電子情報通信学会技術報告RCS98-2)がある。この文献を例にとり、従来技術を説明する。なお、図7は、従来の移動体無線通信システムにおける受信機の構成を示す図である。また、図8は、従来におけるOFDM信号のバーストフォーマットを示すものである。

【0004】まず、受信機にて受信した受信信号(OFDM信号)S11は、相関値計算部14に入力される。なお、受信信号S11には、図8に示すように、バーストの先頭部に書き込まれるプリアンプルに続いて、「パターンA」で示される長さBの特定パターンが繰り返し書き込まれている(図8では2回連続)。受信信号が入力された相関値計算部14では、連続する長さBの区間の相関値を、位置をずらしながら計算する。すなわち、所定時間毎に計算位置をずらしながら、前方の「パターンA」と後方の「パターンA」との相関を複数回とり、相関値分布情報S15を出力する。

【0005】最大相関値探索部15では、得られる相関値分布情報S15の中から、最大の相関値を示す位置を検出し、最大相関位置情報S16を出力する。そして、最大相関位置情報S16を受け取ったタイミング調整部11では、先に受け取った受信信号S11と、その最大相関位置情報S16に基づいて、受信信号S11の中におけるデータ部分の開始位置を決定し、そのデータ部分だけで構成されるデータ信号S12を時間→周波数変換部12に出力する。

【0006】なお、OFDM信号、すなわちデータ信号S12は、複数のサブキャリアに情報が分散されて多重化されているため、時間→周波数変換部12では、受け取ったデータ信号S12を、時間軸上の信号から周波数軸上の信号に変換し、各サブキャリア上の情報S13を取り出す。この処理には、通常、FFT(Fast Fourier Transform)が用いられる。

【0007】最後に、各サブキャリア上におけるデータに変換された情報S13は、検波部13に送出され、検波部13では、その情報S13を検波し、復調して受信情報S14を出力する。

【0008】このように、従来のOFDM通信システム用受信装置では、同期位置の検出に、連続する繰り返しパターン相互の相関を利用し、ノイズがない理想状態において最大電力の受信信号が入力された位置、すなわち、最大の相関値を示す位置を、同期位置と推定している。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記、従来のOFDM通信システム用受信装置では、同期位置の検出に、連続する繰り返しパターン相互の相関を利用していることから、たとえば、図9に示すように、図中のCの部分が同一で、DとEの部分が異なることになり、相関値の差が非常に小さくなってしまふことがある。従って、この計算法による相関値分布情報をもとに

した同期位置の推定方法では、信号受信時のノイズに極めて弱く、マルチパスフェージング等が発生する実際の通信環境においては良好な同期特性が得られない、という問題があった。

【0010】また、従来のOFDM通信システム用受信装置では、先に説明したように、ノイズがない理想状態において、最大電力の受信信号が入力された位置を、同期位置と推定する。しかしながら、現実の通信環境では、先行波が必ずしも遅延波に比べて電力が強いということは保証されていない。一般的に、OFDM通信システムでは、図10に示すように、情報部分の前方にガードインターバルと呼ばれる冗長部分が設けられており、ここで遅延波による干渉の影響を抑圧する。

【0011】そのため、このガードインターバル内にある遅延波の影響はあまり大きくないが、ガードインターバル外の受信波は、干渉成分となり、OFDM通信システムの動作に悪影響を与える。従って、図10に示すように、遅延波の電力が先行波の電力よりも大きい特性を持つ伝送路においては、ガードインターバルの前方に先行波(干渉成分)が配置されることとなり、それが同期特性劣化の要因となる。

【0012】本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、ノイズ電力の大きな通信環境においても、良好な同期特性が得られる受信装置を得ることを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明にかかるOFDM通信システム用受信装置にあっては、受信信号(OFDM信号)に含まれる、連続する特定の繰り返しパターンを用いて、OFDM伝送におけるタイミング同期を行う構成とし、前記特定の繰り返しパターン(後述する実施の形態のパターンAに相当)と同一の信号パターンを計算し、該計算結果を予め内部に用意しておき、前記受信信号と前記信号パターンとの相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行う相関値計算手段(相関値計算部14に相当)と、前記相関値計算手段により得られる複数の相関値を用いて、前記OFDM伝送におけるタイミング同期を行うタイミング同期処理手段(最大相関値探索部15、先行波探索部16、タイミング調整部11に相当)と、を備えることを特徴とする。

【0014】この発明によれば、従来のように、同期位置の検出に、連続する繰り返しパターン相互の相関を利用しておらず、既知の特定の繰り返しパターンと同一の信号パターンを計算し、該計算結果を予め内部に用意しておき、前記受信信号と前記信号パターンとの相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行う。

【0015】これにより、相関計算の位置が多少ずれた場合は、完全に異なる波形と認識されるため、受信波が存在する位置に対して極めて鋭い相関値のピークを検出することができる。すなわち、信号受信時のノイズに極

めて強く、マルチパスフェージング等が発生する実際の通信環境においても良好な同期特性が得られる。また、相関値計算手段では、OFDM信号を周波数軸信号から時間軸信号へ変換することによって、繰り返しパターンと同一の信号パターンが作られるため、パターン内に繰り返し波形を含むことが無いと考えられ、鋭い相関ピークが確実に得られる。

【0016】つぎの発明にかかるOFDM通信システム用受信装置において、前記タイミング同期処理手段は、前記得られる複数の相関値から、最大相関値となる位置を探索する最大相関値探索手段（後述する実施の形態の最大相関値探索部16に相当）と、前記最大相関値から所定のしきい値（たとえば、最大相関値の $1/n$ 等）を決定し、該しきい値以上で、かつ時間的に最も前方の相関値の位置を、タイミング同期の基準位置情報として出力する先行波探索手段（先行波探索部16に相当）と、前記基準位置情報に基づいて、前記OFDM伝送におけるタイミング同期を行うタイミング調整手段（タイミング調整部11に相当）と、を備えることを特徴とする。

【0017】この発明によれば、従来のように、最大電力（最大相関値）の受信信号が入力された位置を同期位置と推定せず、たとえば、得られる最大相関値の $1/n$ （ $n$ は任意の整数）を所定のしきい値とし、該しきい値以上で、かつ時間的に最も前方の相関値の位置を、タイミング同期の基準位置とする。これにより、ガードインターバルに収まる受信波電力を最大にすることができ、さらに、遅延波の電力が先行波の電力よりも大きい特性を持つ伝送路においても、ガードインターバルの前方に先行波（干渉波成分）が配置されることがなく、常に良好な同期特性が得られる。

【0018】つぎの発明にかかるOFDM通信システム用受信装置において、前記タイミング調整手段は、さらに、前記基準位置情報に基づいて、距離偏差やマルチパスの影響により動的に変化する受信信号のデータ部分を決定し、該データ部分を出力することを特徴とする。

【0019】この発明によれば、タイミング調整手段により常に良好な同期特性が得られることから、受信信号中のデータ部分を正確に推定することができる。

【0020】つぎの発明にかかるOFDM通信システム用受信装置にあつては、前記データ部分を時間軸の信号から周波数軸の信号に変換し、各サブキャリア上の変調信号を再生する時間／周波数変換手段（後述する実施の形態の時間／周波数変換部12に相当）と、前記各サブキャリア上の変調信号を検波し、復調する検波手段（検波部13に相当）と、を備えることを特徴とする。

【0021】この発明によれば、FFT処理により、受信信号中のデータ部分が時間軸の信号から周波数軸の信号に変換され、再生される各サブキャリア上の変調信号が検波手段に検波され、その後、復調される。これにより、後続の回路に信頼性の高い受信情報を供給すること

ができる。

【0022】つぎの発明にかかるOFDM通信システム用受信装置にあつては、前記基準位置情報および前記相関値計算手段から得られる複数の相関値から、マルチパス伝送路の各パスの振幅、位相回転量、遅延時間を示す伝送路情報を推定する伝送路推定手段（後述する実施の形態の伝送路推定部17に相当）と、該伝送路情報からパイロット信号を計算するパイロット生成手段（パイロット再生部18に相当）と、を備え、該パイロット信号に基づいて同期検波処理を行うことを特徴とする。

【0023】この発明によれば、基準位置情報および得られる複数の相関値から、マルチパス伝送路の各パスの振幅、位相回転量、遅延時間を示す伝送路情報を推定し、この情報に基づいてパイロット信号を計算する。これにより、同期処理に用いられる情報でパイロット信号を生成することができ、同期検波に必須のパイロット再生処理を、少ない処理量で実現することができる。また、本発明では、先行波探索手段からの情報で伝送路推定を行うため、検波手段にて新たにパイロット信号を配置する必要がなくなり、効率的な通信が可能となる。

【0024】つぎの発明にかかるOFDM通信システム用受信装置にあつては、受信信号（OFDM信号）に含まれる、連続する特定の繰り返しパターンを用いて、OFDM伝送におけるタイミング同期を行う構成とし、前記特定の繰り返しパターン（後述する実施の形態のパターンAに相当）と同一の信号パターンを計算し、該計算結果を予め内部に用意しておき、前記受信信号と前記信号パターンとの相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行う相関値計算手段（相関値計算部14に相当）と、前記得られる複数の相関値から、受信信号の強度分布を求め、ガードインターバル外に配置される受信信号の電力値が最小となるような同期位置を決定し、該同期位置をタイミング同期の基準位置情報として出力する伝送路解析手段（伝送路解析部20に相当）と、前記基準位置情報に基づいて、前記OFDM伝送におけるタイミング同期を行うタイミング調整手段（タイミング調整部11に相当）と、を備えることを特徴とする。

【0025】この発明によれば、従来のように、同期位置の検出に、連続する繰り返しパターン相互の相関を利用しておらず、既知の特定の繰り返しパターンと同一の信号パターンを計算し、該計算結果を予め内部に用意しておき、前記受信信号と前記信号パターンとの相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行う。これにより、相関計算の位置が多少ずれた場合は、完全に異なる波形と認識されるため、受信波が存在する位置に対して極めて鋭い相関値のピークを検出することができる。すなわち、信号受信時のノイズに極めて強く、マルチパスフェージング等が発生する実際の通信環境においても良好な同期特性が得られる。

【0026】また、従来のように、最大電力（最大相関

値)の受信信号が入力された位置を同期位置と推定せず、たとえば、得られる複数の相関値から、受信信号の強度分布を求め、ガードインターバル外に配置される受信信号の電力値が最小となるような同期位置を決定し、該同期位置をタイミング同期の基準位置とする。これにより、受信波に対して最大の信号対干渉波電力比を実現でき、常に良好な同期特性が得られる。

【0027】つぎの発明にかかるOFDM通信システム用受信装置において、前記タイミング調整手段は、さらに、前記基準位置情報に基づいて、距離偏差やマルチパスの影響により動的に変化する受信信号のデータ部分を決定し、該データ部分を出力することを特徴とする。

【0028】この発明によれば、タイミング調整手段により常に良好な同期特性が得られることから、受信信号中のデータ部分をより正確に推定することができる。

【0029】つぎの発明にかかるOFDM通信システム用受信装置にあつては、前記データ部分を時間軸の信号から周波数軸の信号に変換し、各サブキャリア上の変調信号を再生する時間/周波数変換手段(後述する実施の形態の時間→周波数変換部12に相当)と、前記各サブキャリア上の変調信号を検波し、復調する検波手段(検波部13に相当)と、を備えることを特徴とする。

【0030】この発明によれば、FFT処理により、受信信号中のデータ部分が時間軸の信号から周波数軸の信号に変換され、再生される各サブキャリア上の変調信号が検波手段に検波され、その後、復調される。これにより、後続の回路に、より信頼性の高い受信情報を供給することができる。

【0031】つぎの発明にかかるOFDM通信システム用受信装置にあつては、前記相関値計算手段、伝送路解析手段、タイミング調整手段、時間/周波数変換手段、および検波手段の組み合わせを、複数系統備えることにより、ダイバーシチ受信を行い、各系統の伝送路解析手段が、それぞれ、ガードインターバル内に配置される受信信号の電力値と、ガードインターバル外に配置される干渉波となる受信信号の電力値との比の情報を出力する構成とし、さらに、前記比に基づいて重み付け係数を計算する重み付け係数計算手段(後述する実施の形態の重み付け計算部30に相当)と、各系統の検波手段の出力を前記重み付け係数に基づいて重み付けし、ダイバーシチ合成を行うダイバーシチ合成手段(ダイバーシチ合成部31に相当)と、を備えることを特徴とする。

【0032】この発明によれば、各系統の伝送路解析手段が、それぞれ、ガードインターバル内に配置される受信信号の電力値と、ガードインターバル外に配置される干渉波となる受信信号の電力値との比の情報を出力する。そして、前記情報に基づいて重み付け係数を計算し、各系統の検波手段の出力をこの重み付け係数に基づいて重み付けし、その後、ダイバーシチ合成を行う。これにより、信号成分となる電力と、干渉成分となる電力の比が

明らかとなり、各系統で生成される受信情報の信頼性が向上する。また、信号成分となる電力と干渉成分となる電力の比の情報を利用してダイバーシチ合成を実行することにより、より効果的なダイバーシチ受信が期待できる。

### 【0033】

【発明の実施の形態】以下に、本発明にかかるOFDM通信システム用受信装置の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0034】OFDM(直交周波数分割多重)通信は、マルチキャリア伝送方式の一種で、各キャリアがシンボル区間で相互に直交するように、各キャリアの周波数が設定されている。そして、情報伝送は、シンボル区間で一定値をとる各キャリアの振幅および位相を変化させることで行われる。

【0035】この伝送方式では、周波数フェージングに強いこと、誤り訂正符号化と併用することで周波数ダイバーシチ効果が得られることなどの利点がある。また、通常のマルチキャリア伝送と異なり、各サブチャネルの周波数間隔を密に設定可能であり、さらに、シンボル区間にガードインターバルを設定することで符号間干渉の影響を軽減することができる。

【0036】実施の形態1. 図1は、本発明にかかるOFDM通信システム用受信装置の構成を示す図である。図1において、14は受信信号(OFDM信号)S11と予め計算され用意された固有パターンとの相関を計算し、相関値分布情報S15を出力する相関値計算部であり、15は相関値分布情報S15の中から最大となる相関値を探索し、最大相関値位置情報S16を生成する最大相関値探索部であり、16は相関値分布情報S15および最大相関値位置情報S16からマルチパス伝送における複数の受信波を探索し、最初に到来する信号の位置情報S17を生成する先行波探索部であり、11は位置情報S17に基づいて、受信信号S11中におけるデータ部の位置を確定し、そのデータ部分であるデータ信号S12を出力するタイミング調整部であり、12はデータ信号S12を時間軸から周波数軸に変換し(通常のFFT処理)、各サブキャリア上の変調信号S13を再生する時間→周波数変換部であり、13は各サブキャリア上の変調信号S13を検波し、受信情報S14を復調する検波部である。

【0037】つぎに、上記のように構成される受信装置の動作について説明する。まず、受信信号S11が相関値計算部14に入力され、ここで、相関値分布情報S15が計算される。

【0038】図2は、この相関の計算法を示す図である。なお、図中のバーストフォーマットは、先に説明した従来のフォーマットと同様である。また、パターンAは、既知パターンであるから、予め時間波形(図2の下

部参照)を計算し用意しておくことは容易である。たとえば、ここでは、OFDM信号を周波数軸上の信号から時間軸上の信号へ変換することにより(IFFT処理)、パターンAが生成される。

【0039】本実施の形態では、たとえば、既知パターン部分を長さ $B \times 2$ のユニークワードとし、先に説明したとおり、パターンAと予め用意される信号パターン(パターンAの波形2つ分に相当)との相関値を計算する。この場合、相関計算の開始位置を少しづつずらすことで、各位置での相関値分布情報S15が生成される。そして、この相関値分布情報S15を受け取った最大相関値探索部15では、その情報の中から相関値が最大となる位置を検索し、最大相関位置情報S16を出力する。この情報における位置は、物理的には最大電力を有する入力パス(相対的に見て)の位置と考えることができる。

【0040】つぎに、最大相関位置情報S16と相関値分布情報S15を受け取った先行波探索部16では、マルチパス伝送における先行波を検出する処理を行う。図3は、先行波探索部16における先行波検出方法を示す図である。まず、先行波探索部16では、最大相関位置情報S16をもとに、相関値検出の基準となるしきい値を決定する。具体的にいうと、たとえば、しきい値を、先に検出した最大相関値の $1/n$ に設定する( $n$ は任意の適当な整数と仮定する)。

【0041】つぎに、先に検出した最大相関位置から前方に向けてしきい値以上の位置を検索し、その中で最も前方で検出された位置を同期位置と決定し、この情報を同期位置情報S17として出力する。同期位置情報S17を受け取ったタイミング調整部11では、この同期位置情報S17をもとに、受信信号S11内のデータ部分を決定し、そのデータ部分のデータ信号S12を出力する。

【0042】なお、データ信号S12(OFDM信号)は、複数のサブキャリアに情報が分散されて多重化されているため、時間→周波数変換部12では、受け取ったデータ信号S12を、時間軸上の信号から周波数軸上の信号に変換し、各サブキャリア上の情報として、変調信号S13を取り出す。この処理には、通常、FFTが用いられる。

【0043】最後に、各サブキャリア上におけるデータに変換された変調信号S13は、検波部13に送出され、検波部13では、その変調信号S13を検波し、復調して受信情報S14を出力する。

【0044】このように、相関値計算処理に上記方法を採用すると、相関計算の位置が多少ずれた場合は、完全に異なる波形と認識され、受信波が存在する位置に対してのみ、極めて鋭い相関値のピークを検出することができる。

【0045】また、本実施の形態では、OFDM信号を

周波数軸上の信号から時間軸上の信号へ変換することにより、パターンAが作られており、また、受信信号S11内には、これ以外の繰り返しパターンを含むことがないと考えられるため、鋭い相関ピークが確実に得られる。

【0046】また、本実施の形態におけるしきい値の設定方法にもよるが、上記方法で求めた同期位置より、さらに前方に受信波が存在する可能性は小さい。これは、OFDM通信において、ガードインターバル外の干渉波成分が小さくなることを意味しており、これにより、受信性能の向上が期待できる。

【0047】実施の形態2. 図4は、本発明にかかるOFDM通信システム用受信装置の構成を示す図である。なお、先に説明した実施の形態1の構成と同一の構成については、同一の符号を付して、機能および動作の説明を省略する。図4において、情報S18は先に説明した同期位置情報S17と相関値分布情報S15を合わせもつ相関値に関する情報であり、17は相関値に関する情報S18からマルチパスにおける伝送路を推定し、伝送路情報S19を生成する伝送路推定部であり、18は伝送路情報S19から各キャリアのパイロット信号S20を生成するパイロット再生部である。

【0048】つぎに、上記のように構成される受信装置の動作について説明する。なお、タイミング調整部11、時間→周波数変換部12、相関値計算部14、および最大相関値探索部15の動作に関しては、実施の形態1と同様のため説明を省略する。

【0049】まず、先行波探索部16により確定された同期位置情報S17は、相関値分布情報相S15とともに、相関値に関する情報S18として伝送路推定部17に送られる。そして、情報S18を受け取った伝送路推定部17では、該情報に基づいて、マルチパス伝送路の各パスの振幅(強度)、位相回転量、遅延時間等をもとめ、それらを伝送路情報S19として出力する。

【0050】伝送路情報S19を受け取ったパイロット再生部18では、該情報から各キャリアにおけるパイロット信号を計算し、その計算結果であるパイロット信号S20を出力する。そして、このパイロット信号をもとに、検波部13では、検波処理(同期検波)を行い、変調信号S13から受信情報S14を取り出す。

【0051】このように、本実施の形態によれば、同期処理に用いられる情報(マルチパス伝送路の各パスの振幅(強度)、位相回転量、遅延時間)を使って、パイロット信号の生成を行うため、同期検波において必須となるパイロット再生処理を、少ない処理量で実現できる。また、本実施の形態では、相関値に関する情報S18を用いて伝送路推定を行うため、新たにパイロット信号を配置する必要がなくなり、より効率的な通信が可能となる。

【0052】実施の形態3. 図5は、本発明にかかるO

FDM通信システム用受信装置の構成を示す図である。なお、先に説明した実施の形態1、および実施の形態2の構成と同一の構成については、同一の符号を付して、機能および動作の説明を省略する。

【0053】図5において、20は得られる相関値分布情報S15から、受信信号の強度分布を求め、ガードインターバル外に配置される受信信号の電力値が最小となるような同期位置を決定し、該同期位置として同期位置情報S17を出力する伝送路解析部である。

【0054】なお、先に説明した実施の形態1および2は、ガードインターバル内ですべての遅延波を吸収できることを前提としていたが、本実施の形態では、受信波の分布が広範囲に及んでおり、その範囲がガードインターバルを越えるような場合について説明する。受信波の分布範囲がガードインターバルを越えるような場合には、先行波の受信波位置を同期位置とすることが良いとは限らないため、本実施の形態の構成が必要となる。

【0055】つぎに、上記のように構成される受信装置の動作について説明する。なお、タイミング調整部11、時間一周波数変換部12、および相関値計算部14の動作に関しては、実施の形態1および2と同様のため説明を省略する。

【0056】伝送路解析部20では、得られた相関値分布情報S15から、受信波の強度分布をもとめ、ガードインターバル外に配置される信号電力が最小になるように同期位置を決定し、そして、同期位置情報S17を出力する。

【0057】本実施の形態にかかる受信装置において、一般的なOFDM通信では、先にも述べたように、ガードインターバル内の受信波のみが信号とみなされ、ガードインターバル外の受信波は干渉波成分となってしまう。しかしながら、本実施の形態によれば、上述のように同期位置を決定することができ、さらに受信波に対して最大の信号対干渉波電力比を実現可能となり、これにより、干渉の軽減に伴う特性向上の効果が得られる。

【0058】実施の形態4、図6は、本発明にかかるOFDM通信システム用受信装置の構成を示す図である。なお、先に説明した実施の形態1、実施の形態2、および実施の形態3の構成と同一の構成については、同一の符号を付して、機能および動作の説明を省略する。また、本実施の形態では、前記実施の形態3の構成を2系統有しているため、各符号にAまたはBを付してある。

【0059】図6において、S30AおよびS30Bは各伝送路解析部から出力される信号対干渉波電力比情報であり、30は信号対干渉波電力比情報S30AとS30Bをもとにダイバーシチ合成用の重み付け係数情報S31を計算する重み付け係数計算部であり、31は二つのブランチからの受信情報S14AおよびS14Bを重み付け係数情報S31により重み付けして合成し、合成後の受信情報S32を出力するダイバーシチ合成部であ

る。

【0060】つぎに、上記のように構成される受信装置の動作について説明する。なお、タイミング調整部11Aと11B、時間一周波数変換部12Aと12B、および相関値計算部14Aと14Bの動作に関しては、実施の形態1、2、および3と同様のため説明を省略する。また、各ブランチの動作も実施の形態3の動作と同じである。

【0061】まず、相関値分布情報S15A、S15Bをそれぞれ受け取った伝送路解析部20a、20bでは、同期位置情報S17A、S17Bともに、ガードインターバル内に収まる受信波の電力とガードインターバル外に配置されてしまう受信波との電力の比、すなわち、信号対干渉波電力比の情報S30A、S30Bを出力する。

【0062】各信号対干渉波電力比情報を受け取った重み付け係数計算部30では、二つのブランチを合成する際に必要となる重み付け係数を決定し、重み付け係数情報S31を出力する。その後、各ブランチの受信情報S14A、S14Bがダイバーシチ合成部31に送られると、ダイバーシチ合成部31では、それぞれを重み付け係数情報S31に基づいて重み付けし、さらに合成し、受信情報S32を出力する。

【0063】このように、本実施の形態によれば、各伝送路解析部により信号成分となる電力と、干渉成分となる電力の比が明らかとなるため、各ブランチで生成される受信情報の信頼性が向上する。また、この信号対干渉波電力比情報S30A、S30Bを利用してブランチ合成を実行すれば、より効果的なダイバーシチ受信が期待できる。なお、重み付け係数の決定の際には、信号対干渉波電力比に加えて、さらにその他の信頼度情報、たとえば、受信電力の絶対的な大きさ等を利用してもよい。また、本実施の形態では、説明の便宜上2系統のダイバーシチを構成したが、本来はこれに限らず、必要に応じて3系統、4系統、…のダイバーシチを構成することとしてもよい。

【0064】

【発明の効果】以上、説明したとおり、この発明によれば、既知の特定の繰り返しパターンと同一の信号パターンを計算し、該計算結果を予め内部に用意しておき、前記受信信号と前記信号パターンとの相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行う。これにより、相関計算の位置が多少ずれた場合は、完全に異なる波形と認識されるため、受信波が存在する位置に対して極めて鋭い相関値のピークを検出することができる。すなわち、信号受信時のノイズに極めて強く、マルチパスフェージング等が発生する実際の通信環境においても良好な同期特性が得られる、という効果を奏する。また、相関値計算手段では、OFDM信号を周波数軸信号から時間軸信号へ変換することによって、繰り返しパターンと同一の信号パ



ターンが作られるため、パターン内に繰り返し波形を含むことが無いと考えられ、鋭い相関ピークが確実に得られる、という効果を奏する。

【0065】つぎの発明によれば、たとえば、得られる最大相関値の $1/n$  ( $n$ は任意の整数)を所定のしきい値とし、該しきい値以上で、かつ時間的に最も前方の相関値の位置を、タイミング同期の基準位置とする。これにより、ガードインターバルに収まる受信波電力を最大にすることができ、さらに、遅延波の電力が先行波の電力よりも大きい特性を持つ伝送路においても、ガードインターバルの前方に先行波(干渉波成分)が配置されることがなく、常に良好な同期特性が得られる、という効果を奏する。

【0066】つぎの発明によれば、タイミング調整手段により常に良好な同期特性が得られることから、受信信号中のデータ部分を正確に推定することができる、という効果を奏する。

【0067】つぎの発明によれば、FFT処理により、受信信号中のデータ部分が時間軸の信号から周波数軸の信号に変換され、再生される各サブキャリア上の変調信号が検波手段に検波され、その後、復調される。これにより、後続の回路に信頼性の高い受信情報を供給することができる、という効果を奏する。

【0068】つぎの発明によれば、基準位置情報および得られる複数の相関値から、マルチパス伝送路の各パスの振幅、位相回転量、遅延時間を示す伝送路情報を推定し、この情報に基づいてパイロット信号を計算する。これにより、同期処理に用いられる情報でパイロット信号を生成することができ、同期検波に必須のパイロット再生処理を、少ない処理量で実現することができる、という効果を奏する。また、本発明では、先行波探索手段からの情報で伝送路推定を行うため、検波手段にて新たにパイロット信号を配置する必要がなくなり、効率的な通信が可能となる、という効果を奏する。

【0069】つぎの発明によれば、既知の特定の繰り返しパターンと同一の信号パターンを計算し、該計算結果を予め内部に用意しておき、前記受信信号と前記信号パターンとの相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行う。これにより、相関計算の位置が多少ずれた場合は、完全に異なる波形と認識されるため、受信波が存在する位置に対して極めて鋭い相関値のピークを検出することができる。すなわち、信号受信時のノイズに極めて強く、マルチパスフェージング等が発生する実際の通信環境においても良好な同期特性が得られる、という効果を奏する。また、得られる複数の相関値から、受信信号の強度分布を求め、ガードインターバル外に配置される受信信号の電力値が最小となるような同期位置を決定し、該同期位置をタイミング同期の基準位置とする。これにより、受信波に対して最大の信号対干渉波電力比を実現でき、常に良好な同期特性が得られる、という効果を

を奏する。

【0070】つぎの発明によれば、タイミング調整手段により常に良好な同期特性が得られることから、受信信号中のデータ部分をより正確に推定することができる、という効果を奏する。

【0071】つぎの発明によれば、FFT処理により、受信信号中のデータ部分が時間軸の信号から周波数軸の信号に変換され、再生される各サブキャリア上の変調信号が検波手段に検波され、その後、復調される。これにより、後続の回路に、より信頼性の高い受信情報を供給することができる、という効果を奏する。

【0072】つぎの発明によれば、各系統の伝送路解析手段が、それぞれ、ガードインターバル内に配置される受信信号の電力値と、ガードインターバル外に配置される干渉波となる受信信号の電力値との比の情報を出力する。そして、前記情報に基づいて重み付け係数を計算し、各系統の検波手段の出力をこの重み付け係数に基づいて重み付けし、その後、ダイバーシチ合成を行う。これにより、信号成分となる電力と、干渉成分となる電力の比が明らかとなり、各系統で生成される受信情報の信頼性が向上する、という効果を奏する。また、信号成分となる電力と干渉成分となる電力の比の情報を利用してダイバーシチ合成を実行することにより、より効果的なダイバーシチ受信が期待できる、という効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 実施の形態1にかかるOFDM通信システム用受信装置の構成を示す図である。

【図2】 相関の計算法を示す図である。

【図3】 先行波探索部における先行波検出方法を示す図である。

【図4】 実施の形態2にかかるOFDM通信システム用受信装置の構成を示す図である。

【図5】 実施の形態3にかかるOFDM通信システム用受信装置の構成を示す図である。

【図6】 実施の形態4にかかるOFDM通信システム用受信装置の構成を示す図である。

【図7】 従来の移動体無線通信システムにおける受信機の構成を示す図である。

【図8】 従来におけるOFDM信号のバーストフォーマットを示すものである。

【図9】 連続する繰り返しパターンの相互相関を説明するための図である。

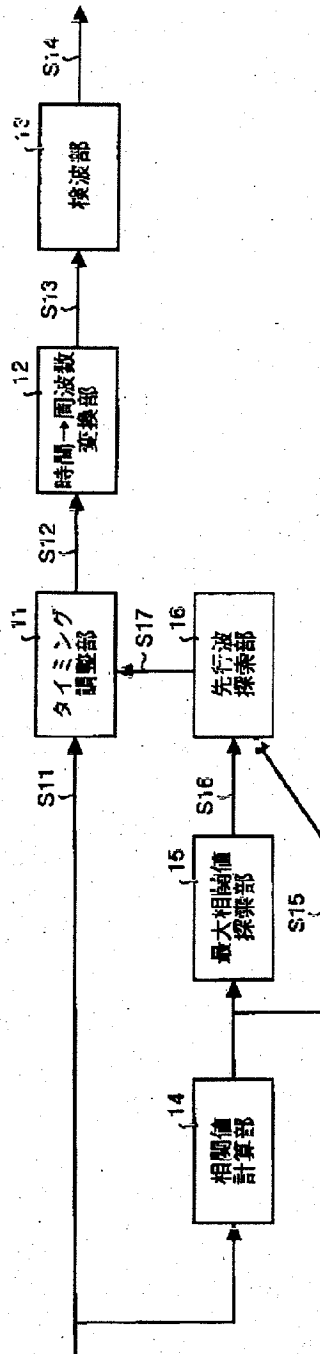
【図10】 遅延波の電力が先行波の電力よりも大きい特性を持つ伝送路における、同期位置の推定方法を示す図である。

#### 【符号の説明】

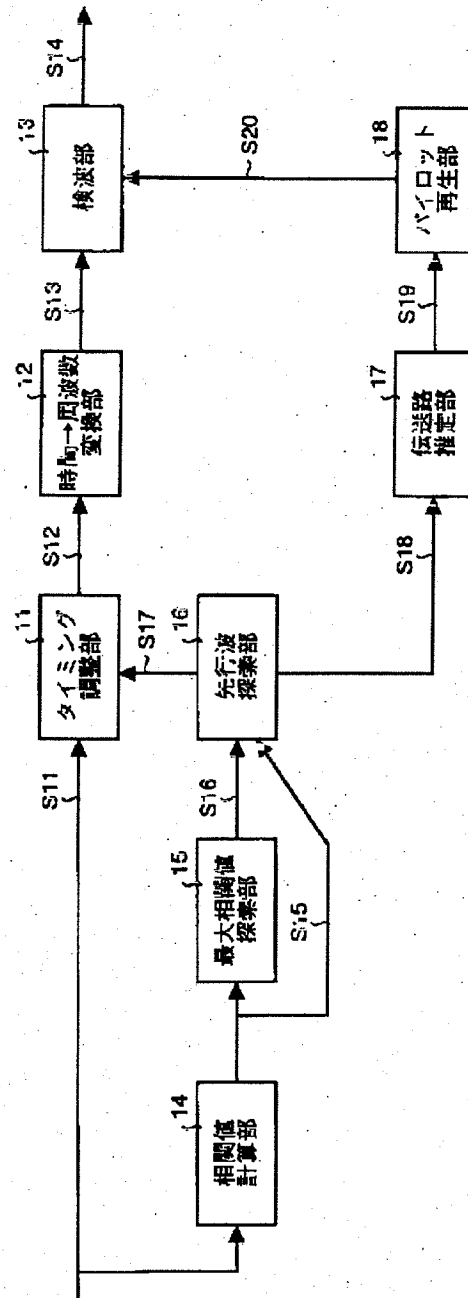
11 タイミング調整部、12 時間→周波数変換部、13 検波部、14 相関値計算部、15 最大相関値探索部、16 先行波探索部、17 伝送路推定部、18 パイロット再生部、20 伝送路解析部、30 重み

付け係数計算部、31 ダイバーシチ合成部。

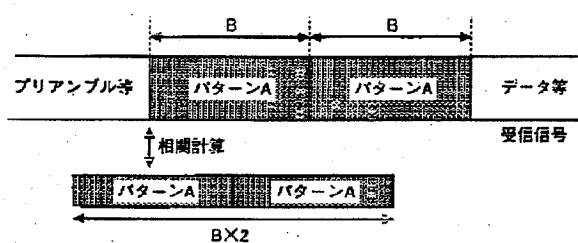
【図1】



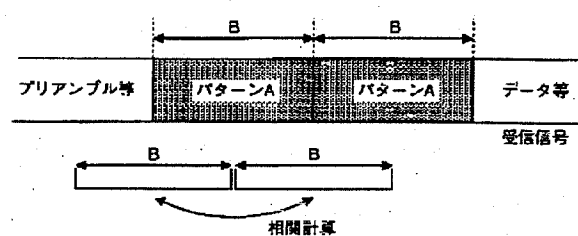
【図4】



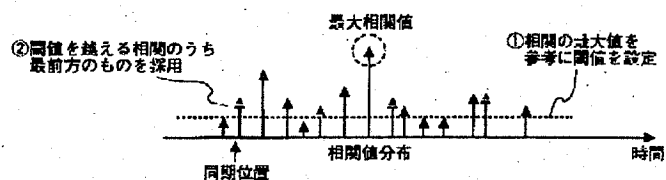
【図2】



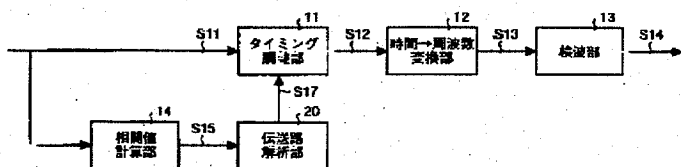
【図8】



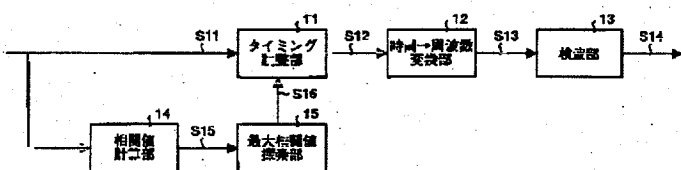
【図3】



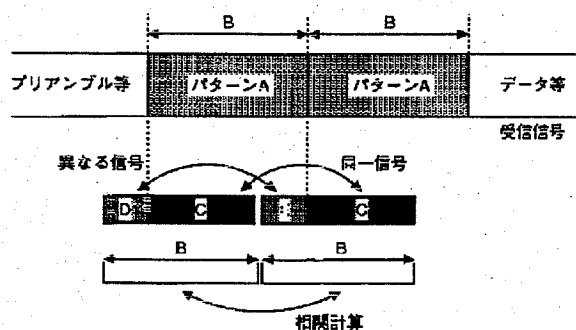
【図5】



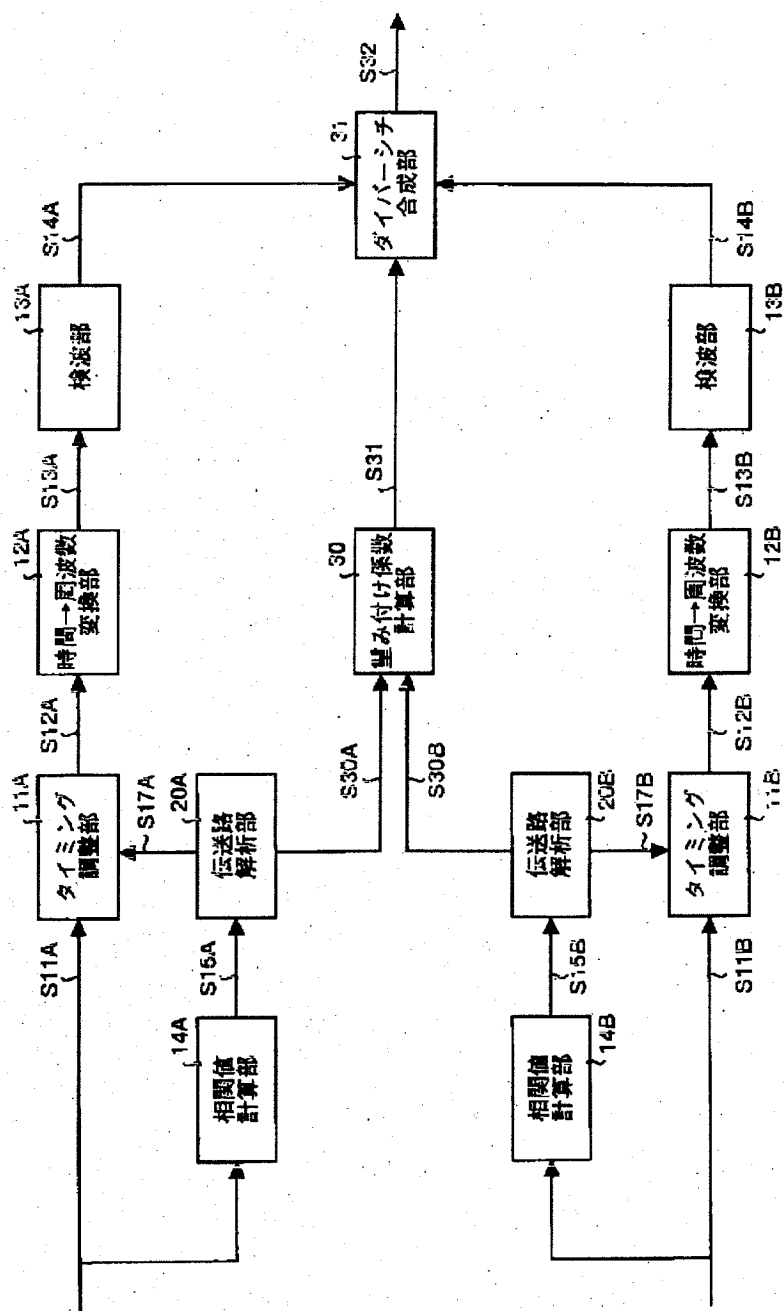
【図7】



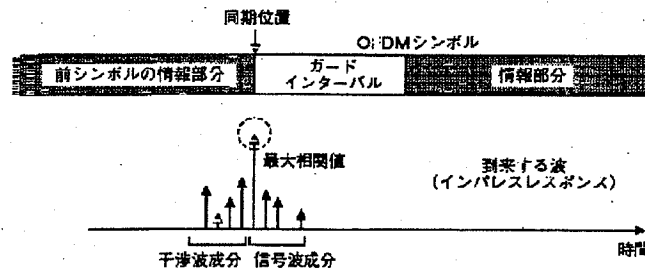
【図9】



【図6】



【図10】



## 【手続補正書】

【提出日】平成11年11月2日(1999.11.2)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】OFDM通信システム用受信装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 受信信号に含まれる、連続する特定の繰り返しパターンを用いて、OFDM伝送におけるタイミング同期を行う受信装置において、前記特定の繰り返しパターンと同一の信号パターンを計算し、該計算結果を予め内部に用意しておき、前記受信信号と前記信号パターンとの相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行う相関値計算手段と、前記相関値計算手段により得られる複数の相関値を用いて、前記OFDM伝送におけるタイミング同期を行うタイミング同期処理手段と、を備えることを特徴とする受信装置。

【請求項2】 前記タイミング同期処理手段は、前記得られる複数の相関値から、最大相関値となる位置を探索する最大相関値探索手段と、前記最大相関値から所定のしきい値を決定し、該しきい値以上で、かつ時間的に最も前方の相関値の位置を、タイミング同期の基準位置情報として出力する先行波探索手段と、

前記基準位置情報に基づいて、前記OFDM伝送におけるタイミング同期を行うタイミング調整手段と、を備えることを特徴とする請求項1に記載の受信装置。

【請求項3】 前記タイミング調整手段は、さらに、前記基準位置情報に基づいて、距離偏差やマル

チパスの影響により動的に変化する受信信号のデータ部分を決定し、該データ部分を出力することを特徴とする請求項2に記載の受信装置。

【請求項4】 前記データ部分を時間軸の信号から周波数軸の信号に変換し、各サブキャリア上の変調信号を再生する時間/周波数変換手段と、前記各サブキャリア上の変調信号を検波し、復調する検波手段と、を備えることを特徴とする請求項3に記載の受信装置。

【請求項5】 前記基準位置情報および前記相関値計算手段から得られる複数の相関値から、マルチパス伝送路の各パスの振幅、位相回転量、遅延時間を示す伝送路情報を推定する伝送路推定手段と、該伝送路情報からパイロット信号を計算するパイロット生成手段と、を備え、

該パイロット信号に基づいて同期検波処理を行うことを特徴とする請求項2、3または4に記載の受信装置。

【請求項6】 受信信号に含まれる、連続する特定の繰り返しパターンを用いて、OFDM伝送におけるタイミング同期を行う受信装置において、前記特定の繰り返しパターンと同一の信号パターンを計算し、該計算結果を予め内部に用意しておき、前記受信信号と前記信号パターンとの相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行う相関値計算手段と、前記得られる複数の相関値から、受信信号の強度分布を求め、ガードインターバル外に配置される受信信号の電力値が最小となるような同期位置を決定し、該同期位置をタイミング同期の基準位置情報として出力する伝送路解析手段と、

前記基準位置情報に基づいて、前記OFDM伝送におけるタイミング同期を行うタイミング調整手段と、を備えることを特徴とする記載の受信装置。

【請求項7】 前記タイミング調整手段は、さらに、前記基準位置情報に基づいて、距離偏差やマルチパスの影響により動的に変化する受信信号のデータ部分を決定し、該データ部分を出力することを特徴とする請求項6に記載の受信装置。

【請求項8】 前記データ部分を時間軸の信号から周波数軸の信号に変換し、各サブキャリア上の変調信号を再生する時間/周波数変換手段と、

前記各サブキャリア上の変調信号を検波し、復調する検波手段と、

を備えることを特徴とする請求項7に記載の受信装置。

【請求項9】 前記相関値計算手段、伝送路解析手段、タイミング調整手段、時間/周波数変換手段、および検波手段を備える前期受信装置を、複数系統備えることにより、ダイバーシチ受信を行い、各系統の伝送路解析手段が、それぞれ、ガードインターバル内に配置される受信信号の電力値と、ガードインターバル外に配置され干渉波となる受信信号の電力値との比の情報を出力する構成とし、

さらに、前記各系統の伝送路解析手段からの比に基づいて、重み付け係数を計算する重み付け係数計算手段と、各系統の検波手段の出力を前記重み付け係数に基づいて重み付けし、ダイバーシチ合成を行うダイバーシチ合成手段と、

を備えることを特徴とする請求項8に記載の受信装置。

【請求項10】 受信信号に含まれる特定のマルチキャリア時間波形パターンを用いて、OFDM伝送におけるタイミング同期を行う受信装置において、

前記特定のマルチキャリア時間波形パターンと同一の信号波形を計算し、該計算結果を予め内部に用意しておき、前記受信信号と前記信号波形との相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行う相関値計算手段と、前記相関値計算手段により得られる複数の相関値を用いて、前記OFDM伝送におけるタイミング同期を行うタイミング同期処理手段と、を備えることを特徴とする受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、移動体通信等に用いられるOFDM通信システム用の受信装置に関するものであり、特に、受信信号に含まれる連続する特定の繰り返しパターンを用いて、OFDM伝送におけるタイミング同期を行う受信装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 以下、従来のOFDM通信システム用受信装置について説明する。たとえば、広帯域移動体通信では、距離偏差やマルチパスの影響により受信信号の到来タイミングは動的に変化する。特に、OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) に代表されるマルチキャリア通信は、受信タイミングの誤差に敏感

なため、何らかの補償を行う必要がある。

【0003】 上記、何らかの補償を行うOFDM通信システム用受信装置に関する文献としては、たとえば、「OFDM用周波数およびシンボルタイミング同期方式」(電子情報通信学会技術報告RCS98-2)がある。この文献を例にとり、従来技術を説明する。なお、図7は、従来の移動体無線通信システムにおける受信機の構成を示す図である。また、図8は、従来におけるOFDM信号のバーストフォーマットを示すものである。

【0004】 まず、受信機にて受信した受信信号(OFDM信号) S11は、相関値計算部14に入力される。なお、受信信号S11には、図8に示すように、バーストの先頭部書き込まれるプリアンプルに続いて、「パターンA」で示される長さBの特定パターンが繰り返し書き込まれている(図8では2回連続)。受信信号が入力された相関値計算部14では、連続する長さBの区間の相関値を、位置をずらしながら計算する。すなわち、所定時間毎に計算位置をずらしながら、前方の「パターンA」と後方の「パターンA」との相関を複数回とり、相関値分布情報S15を出力する。

【0005】 最大相関値探索部15では、得られる相関値分布情報S15の中から、最大の相関値を示す位置を検出し、最大相関位置情報S16を出力する。そして、最大相関位置情報S16を受け取ったタイミング調整部11では、先に受け取った受信信号S11と、その最大相関位置情報S16に基づいて、受信信号S11の中におけるデータ部分の開始位置を決定し、そのデータ部分だけで構成されるデータ信号S12を時間→周波数変換部12に出力する。

【0006】 なお、OFDM信号、すなわちデータ信号S12は、複数のサブキャリアに情報が分散されて多重化されているため、時間→周波数変換部12では、受け取ったデータ信号S12を、時間軸上の信号から周波数軸上の信号に変換し、各サブキャリア上の情報S13を取り出す。この処理には、通常、FFT (Fast Fourier Transform) が用いられる。

【0007】 最後に、各サブキャリア上におけるデータに変換された情報S13は、検波部13に送出され、検波部13では、その情報S13を検波し、復調して受信情報S14を出力する。

【0008】 このように、従来のOFDM通信システム用受信装置では、同期位置の検出に、連続する繰り返しパターン相互の相関を利用し、ノイズがない理想状態において最大電力の受信信号が入力された位置、すなわち、最大の相関値を示す位置を、同期位置と推定している。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記、従来のOFDM通信システム用受信装置では、同期位置の検出に、連続する繰り返しパターン相互の相関を利用

していることから、たとえば、図9に示すように、図中のCの部分が一で、DとEの部分の異なることになり、相関値の差が非常に小さくなってしまうことがある。従って、この計算法による相関値分布情報をもとにした同期位置の推定方法では、信号受信時のノイズに極めて弱く、マルチパスフェージング等が発生する実際の通信環境においては良好な同期特性が得られない、という問題があった。

【0010】また、従来のOFDM通信システム用受信装置では、先に説明したように、ノイズがない理想状態において、最大電力の受信信号が入力された位置を、同期位置と推定する。しかしながら、現実の通信環境では、先行波が必ずしも遅延波に比べて電力が強いということは保証されていない。一般的に、OFDM通信システムでは、図10に示すように、情報部分の前方にガードインターバルと呼ばれる冗長部分が設けられており、ここで遅延波による干渉の影響を抑圧する。

【0011】そのため、このガードインターバル内にある遅延波の影響はあまり大きくないが、ガードインターバル外の受信波は、干渉成分となり、OFDM通信システムの動作に悪影響を与える。従って、図10に示すように、遅延波の電力が先行波の電力よりも大きい特性を持つ伝送路においては、ガードインターバルの前方に先行波（干渉波成分）が配置されることとなり、それが同期特性劣化の要因となる。

【0012】本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、ノイズ電力の大きな通信環境においても、良好な同期特性が得られる受信装置を得ることを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明にかかるOFDM通信システム用受信装置にあつては、受信信号（OFDM信号）に含まれる、連続する特定の繰り返しパターンを用いて、OFDM伝送におけるタイミング同期を行う構成とし、前記特定の繰り返しパターン（後述する実施の形態のパターンAに相当）と同一の信号パターンを計算し、該計算結果を予め内部に用意しておき、前記受信信号と前記信号パターンとの相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行う相関値計算手段（相関値計算部14に相当）と、前記相関値計算手段により得られる複数の相関値を用いて、前記OFDM伝送におけるタイミング同期を行うタイミング同期処理手段（最大相関値探索部15、先行波探索部16、タイミング調整部11に相当）と、を備えることを特徴とする。

【0014】この発明によれば、従来のように、同期位置の検出に、連続する繰り返しパターン相互の相関を利用しておらず、既知の特定の繰り返しパターンと同一の信号パターンを計算し、該計算結果を予め内部に用意しておき、前記受信信号と前記信号パターンとの相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行う。

【0015】これにより、相関計算の位置が多少ずれた場合は、完全に異なる波形と認識されるため、受信波が存在する位置に対して極めて鋭い相関値のピークを検出することができる。すなわち、信号受信時のノイズに極めて強く、マルチパスフェージング等が発生する実際の通信環境においても良好な同期特性が得られる。また、相関値計算手段では、OFDM信号を周波数軸信号から時間軸信号へ変換することによって、繰り返しパターンと同一の信号パターンが作られるため、パターン内に繰り返し波形を含むことが無いと考えられ、鋭い相関ピークが確実に得られる。

【0016】つぎの発明にかかるOFDM通信システム用受信装置において、前記タイミング同期処理手段は、前記得られる複数の相関値から、最大相関値となる位置を探索する最大相関値探索手段（後述する実施の形態の最大相関値探索部16に相当）と、前記最大相関値から所定のしきい値（たとえば、最大相関値の $1/n$ 等）を決定し、該しきい値以上で、かつ時間的に最も前方の相関値の位置を、タイミング同期の基準位置情報として出力する先行波探索手段（先行波探索部16に相当）と、前記基準位置情報に基づいて、前記OFDM伝送におけるタイミング同期を行うタイミング調整手段（タイミング調整部11に相当）と、を備えることを特徴とする。

【0017】この発明によれば、従来のように、最大電力（最大相関値）の受信信号が入力された位置を同期位置と推定せず、たとえば、得られる最大相関値の $1/n$ （ $n$ は任意の整数）を所定のしきい値とし、該しきい値以上で、かつ時間的に最も前方の相関値の位置を、タイミング同期の基準位置とする。これにより、ガードインターバルに収まる受信波電力を最大にすることができ、さらに、遅延波の電力が先行波の電力よりも大きい特性を持つ伝送路においても、ガードインターバルの前方に先行波（干渉波成分）が配置されることがなく、常に良好な同期特性が得られる。

【0018】つぎの発明にかかるOFDM通信システム用受信装置において、前記タイミング調整手段は、さらに、前記基準位置情報に基づいて、距離偏差やマルチパスの影響により動的に変化する受信信号のデータ部分を決定し、該データ部分を出力することを特徴とする。

【0019】この発明によれば、タイミング調整手段により常に良好な同期特性が得られることから、受信信号中のデータ部分を正確に推定することができる。

【0020】つぎの発明にかかるOFDM通信システム用受信装置にあつては、前記データ部分を時間軸の信号から周波数軸の信号に変換し、各サブキャリア上の変調信号を再生する時間/周波数変換手段（後述する実施の形態の時間→周波数変換部12に相当）と、前記各サブキャリア上の変調信号を検波し、復調する検波手段（検波部13に相当）と、を備えることを特徴とする。

【0021】この発明によれば、FFT処理により、受

信号中のデータ部分が時間軸の信号から周波数軸の信号に変換され、再生される各サブキャリア上の変調信号が検波手段に検波され、その後、復調される。これにより、後続の回路に信頼性の高い受信情報を供給することができる。

【0022】つぎの発明にかかるOFDM通信システム用受信装置にあつては、前記基準位置情報および前記相関値計算手段から得られる複数の相関値から、マルチパス伝送路の各パスの振幅、位相回転量、遅延時間を示す伝送路情報を推定する伝送路推定手段（後述する実施の形態の伝送路推定部17に相当）と、該伝送路情報からパイロット信号を計算するパイロット生成手段（パイロット再生部18に相当）と、を備え、該パイロット信号に基づいて同期検波処理を行うことを特徴とする。

【0023】この発明によれば、基準位置情報および得られる複数の相関値から、マルチパス伝送路の各パスの振幅、位相回転量、遅延時間を示す伝送路情報を推定し、この情報に基づいてパイロット信号を計算する。これにより、同期処理に用いられる情報でパイロット信号を生成することができ、同期検波に必須のパイロット再生処理を、少ない処理量で実現することができる。また、本発明では、先行波探索手段からの情報で伝送路推定を行うため、検波手段にて新たにパイロット信号を配置する必要がなくなり、効率的な通信が可能となる。

【0024】つぎの発明にかかるOFDM通信システム用受信装置にあつては、受信信号（OFDM信号）に含まれる、連続する特定の繰り返しパターンを用いて、OFDM伝送におけるタイミング同期を行う構成とし、前記特定の繰り返しパターン（後述する実施の形態のパターンAに相当）と同一の信号パターンを計算し、該計算結果を予め内部に用意しておき、前記受信信号と前記信号パターンとの相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行う相関値計算手段（相関値計算部14に相当）と、前記得られる複数の相関値から、受信信号の強度分布を求め、ガードインターバル外に配置される受信信号の電力値が最小となるような同期位置を決定し、該同期位置をタイミング同期の基準位置情報として出力する伝送路解析手段（伝送路解析部20に相当）と、前記基準位置情報に基づいて、前記OFDM伝送におけるタイミング同期を行うタイミング調整手段（タイミング調整部11に相当）と、を備えることを特徴とする。

【0025】この発明によれば、従来のように、同期位置の検出に、連続する繰り返しパターン相互の相関を利用しておらず、既知の特定の繰り返しパターンと同一の信号パターンを計算し、該計算結果を予め内部に用意しておき、前記受信信号と前記信号パターンとの相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行う。これにより、相関計算の位置が多少ずれた場合は、完全に異なる波形と認識されるため、受信波が存在する位置に対して極めて鋭い相関値のピークを検出することができる。すなわ

ち、信号受信時のノイズに極めて強く、マルチパスフェーディング等が発生する実際の通信環境においても良好な同期特性が得られる。

【0026】また、従来のように、最大電力（最大相関値）の受信信号が入力された位置を同期位置と推定せず、たとえば、得られる複数の相関値から、受信信号の強度分布を求め、ガードインターバル外に配置される受信信号の電力値が最小となるような同期位置を決定し、該同期位置をタイミング同期の基準位置とする。これにより、受信波に対して最大の信号対干渉波電力比を実現でき、常に良好な同期特性が得られる。

【0027】つぎの発明にかかるOFDM通信システム用受信装置において、前記タイミング調整手段は、さらに、前記基準位置情報に基づいて、距離偏差やマルチパスの影響により動的に変化する受信信号のデータ部分を決定し、該データ部分を出力することを特徴とする。

【0028】この発明によれば、タイミング調整手段により常に良好な同期特性が得られることから、受信信号中のデータ部分をより正確に推定することができる。

【0029】つぎの発明にかかるOFDM通信システム用受信装置にあつては、前記データ部分を時間軸の信号から周波数軸の信号に変換し、各サブキャリア上の変調信号を再生する時間／周波数変換手段（後述する実施の形態の時間一周波数変換部12に相当）と、前記各サブキャリア上の変調信号を検波し、復調する検波手段（検波部13に相当）と、を備えることを特徴とする。

【0030】この発明によれば、FFT処理により、受信信号中のデータ部分が時間軸の信号から周波数軸の信号に変換され、再生される各サブキャリア上の変調信号が検波手段に検波され、その後、復調される。これにより、後続の回路に、より信頼性の高い受信情報を供給することができる。

【0031】つぎの発明にかかるOFDM通信システム用受信装置にあつては、前記相関値計算手段、伝送路解析手段、タイミング調整手段、時間／周波数変換手段、および検波手段の組み合わせを、複数系統備えることにより、ダイバーシチ受信を行い、各系統の伝送路解析手段が、それぞれ、ガードインターバル内に配置される受信信号の電力値と、ガードインターバル外に配置され干渉波となる受信信号の電力値との比の情報を出力する構成とし、さらに、前記比に基づいて重み付け係数を計算する重み付け係数計算手段（後述する実施の形態の重み付け計算部30に相当）と、各系統の検波手段の出力を前記重み付け係数に基づいて重み付けし、ダイバーシチ合成を行うダイバーシチ合成手段（ダイバーシチ合成部31に相当）と、を備えることを特徴とする。

【0032】この発明によれば、各系統の伝送路解析手段が、それぞれ、ガードインターバル内に配置される受信信号の電力値と、ガードインターバル外に配置され干渉波となる受信信号の電力値との比の情報を出力する。



そして、前記情報に基づいて重み付け係数を計算し、各系統の検波手段の出力をこの重み付け係数に基づいて重み付けし、その後、ダイバーシチ合成を行う。これにより、信号成分となる電力と、干渉成分となる電力の比が明らかとなり、各系統で生成される受信情報の信頼性が向上する。また、信号成分となる電力と干渉成分となる電力の比の情報を利用してダイバーシチ合成を実行することにより、より効果的なダイバーシチ受信が期待できる。

【0033】つぎの発明にかかるOFDM通信システム用受信装置にあっては、受信信号に含まれる特定のマルチキャリア時間波形パターンを用いて、OFDM伝送におけるタイミング同期を行う構成とし、前記特定のマルチキャリア時間波形パターンと同一の信号波形を計算し、該計算結果を予め内部に用意しておき、前記受信信号と前記信号波形との相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行う相関値計算手段と、前記相関値計算手段により得られる複数の相関値を用いて、前記OFDM伝送におけるタイミング同期を行うタイミング同期処理手段と、を備えることを特徴とする。

【0034】この発明によれば、特定のマルチキャリア時間波形パターンと同一の信号波形を予め内部に用意しておき、受信信号と信号パターンとの相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行うため、相関計算の位置が多少ずれた場合においても、完全に異なる波形と認識され、受信波が存在する位置に対して極めて鋭い相関値のピークを検出することができる。

【0035】

【発明の実施の形態】以下に、本発明にかかるOFDM通信システム用受信装置の実施の形態を図面に基いて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0036】OFDM（直交周波数分割多重）通信は、マルチキャリア伝送方式の一種で、各キャリアがシンボル区間内で相互に直交するように、各キャリアの周波数が設定されている。そして、情報伝送は、シンボル区間で一定値をとる各キャリアの振幅および位相を変化させることで行われる。

【0037】この伝送方式では、周波数フェージングに強いこと、誤り訂正符号化と併用することで周波数ダイバーシチ効果が得られることなどの利点がある。また、通常のマルチキャリア伝送と異なり、各サブチャネルの周波数間隔を密に設定可能であり、さらに、シンボル区間にガードインターバルを設定することで符号間干渉の影響を軽減することができる。

【0038】実施の形態1. 図1は、本発明にかかるOFDM通信システム用受信装置の構成を示す図である。図1において、14は受信信号（OFDM信号）S11と予め計算され用意された固有パターンとの相関を計算し、相関値分布情報S15を出力する相関値計算部であ

り、15は相関値分布情報S15の中から最大となる相関値を探索し、最大相関値位置情報S16を生成する最大相関値探索部であり、16は相関値分布情報S15および最大相関位置情報S16からマルチパス伝送における複数の受信波を探索し、最初に到来する信号の位置情報S17を生成する先行波探索部であり、11は位置情報S17に基づいて、受信信号S11中におけるデータ部の位置を確定し、そのデータ部分であるデータ信号S12を出力するタイミング調整部であり、12はデータ信号S12を時間軸から周波数軸に変換し（通常のFFT処理）、各サブキャリア上の変調信号S13を再生する時間一周波数変換部であり、13は各サブキャリア上の変調信号S13を検波し、受信情報S14を復調する検波部である。

【0039】つぎに、上記のように構成される受信装置の動作について説明する。まず、受信信号S11が相関値計算部14に入力され、ここで、相関値分布情報S15が計算される。

【0040】図2は、この相関の計算法を示す図である。なお、図中のバーストフォーマットは、先に説明した従来のフォーマットと同様である。また、パターンAは、既知パターンであるから、予め時間波形（図2の下部参照）を計算し用意しておくことは容易である。たとえば、ここでは、OFDM信号を周波数軸上の信号から時間軸上の信号へ変換することにより（IFFT処理）、パターンAが生成される。

【0041】本実施の形態では、たとえば、既知パターン部分を長さB×2のユニークワードとし、先に説明したとおり、パターンAと予め用意される信号パターン（パターンAの波形2つ分に相当）との相関値を計算する。この場合、相関計算の開始位置を少しづつずらすことで、各位置での相関値分布情報S15が生成される。そして、この相関値分布情報S15を受け取った最大相関値探索部15では、その情報の中から相関値が最大となる位置を検索し、最大相関位置情報S16を出力する。この情報における位置は、物理的には最大電力を有する入力パス（相対的に見て）の位置と考えることができる。

【0042】つぎに、最大相関位置情報S16と相関値分布情報S15を受け取った先行波探索部16では、マルチパス伝送における先行波を検出する処理を行う。図3は、先行波探索部16における先行波検出方法を示す図である。まず、先行波探索部16では、最大相関位置情報S16をもとに、相関値検出の基準となるしきい値を決定する。具体的にいうと、たとえば、しきい値を、先に検出した最大相関値の1/nに設定する（nは任意の適当な整数と仮定する）。

【0043】つぎに、先に検出した最大相関値位置から前方に向けてしきい値以上の位置を検索し、その中で最も前方で検出された位置を同期位置と決定し、この情報

を同期位置情報S17として出力する。同期位置情報S17を受け取ったタイミング調整部11では、この同期位置情報S17をもとに、受信信号S11内のデータ部分を決定し、そのデータ部分のデータ信号S12を出力する。

【0044】なお、データ信号S12（OFDM信号）は、複数のサブキャリアに情報が分散されて多重化されているため、時間→周波数変換部12では、受け取ったデータ信号S12を、時間軸上の信号から周波数軸上の信号に変換し、各サブキャリア上の情報として、変調信号S13を取り出す。この処理には、通常、FFTが用いられる。

【0045】最後に、各サブキャリア上におけるデータに変換された変調信号S13は、検波部13に送出され、検波部13では、その変調信号S13を検波し、復調して受信情報S14を出力する。

【0046】このように、相関値計算処理に上記方法を採用すると、相関計算の位置が多少ずれた場合は、完全に異なる波形と認識され、受信波が存在する位置に対してのみ、極めて鋭い相関値のピークを検出することができる。

【0047】また、本実施の形態では、OFDM信号を周波数軸上の信号から時間軸上の信号へ変換することにより、パターンAが作られており、また、受信信号S11内には、これ以外の繰り返しパターンを含むことがないと考えられるため、鋭い相関ピークが確実に得られる。

【0048】また、本実施の形態におけるしきい値の設定方法にもよるが、上記方法で求めた同期位置より、さらに前方に受信波が存在する可能性は小さい。これは、OFDM通信において、ガードインターバル外の干渉波成分が小さくなることを意味しており、これにより、受信性能の向上が期待できる。

【0049】なお、本実施の形態においては、予め用意された固有パターンとして、連続する特定の繰り返しパターン（図2参照）を用いたが、これに限らず、たとえば、前記固有パターンとして、特定のマルチキャリア時間波形パターンを用いた場合においても、上記と同様の効果を得ることができる。

【0050】実施の形態2。図4は、本発明にかかるOFDM通信システム用受信装置の構成を示す図である。なお、先に説明した実施の形態1の構成と同一の構成については、同一の符号を付して、機能および動作の説明を省略する。図4において、情報S18は先に説明した同期位置情報S17と相関値分布情報S15を合わせもつ相関値に関する情報であり、17は相関値に関する情報S18からマルチパスにおける伝送路を推定し、伝送路情報S19を生成する伝送路推定部であり、18は伝送路情報S19から各キャリアのパイロット信号S20を生成するパイロット再生部である。

【0051】つぎに、上記のように構成される受信装置の動作について説明する。なお、タイミング調整部11、時間→周波数変換部12、相関値計算部14、および最大相関値探索部15の動作に関しては、実施の形態1と同様のため説明を省略する。

【0052】まず、先行波探索部16により確定された同期位置情報S17は、相関値分布情報相S15とともに、相関値に関する情報S18として伝送路推定部17に送られる。そして、情報S18を受け取った伝送路推定部17では、該情報に基づいて、マルチパス伝送路の各パスの振幅（強度）、位相回転量、遅延時間等をもとめ、それらを伝送路情報S19として出力する。

【0053】伝送路情報S19を受け取ったパイロット再生部18では、該情報から各キャリアにおけるパイロット信号を計算し、その計算結果であるパイロット信号S20を出力する。そして、このパイロット信号をもとに、検波部13では、検波処理（同期検波）を行い、変調信号S13から受信情報S14を取り出す。

【0054】このように、本実施の形態によれば、同期処理に用いられる情報（マルチパス伝送路の各パスの振幅（強度）、位相回転量、遅延時間）を使って、パイロット信号の生成を行うため、同期検波において必須となるパイロット再生処理を、少ない処理量で実現できる。また、本実施の形態では、相関値に関する情報S18を用いて伝送路推定を行うため、新たにパイロット信号を配置する必要がなくなり、より効率的な通信が可能となる。

【0055】実施の形態3。図5は、本発明にかかるOFDM通信システム用受信装置の構成を示す図である。なお、先に説明した実施の形態1、および実施の形態2の構成と同一の構成については、同一の符号を付して、機能および動作の説明を省略する。

【0056】図5において、20は得られる相関値分布情報S15から、受信信号の強度分布を求め、ガードインターバル外に配置される受信信号の電力値が最小となるような同期位置を決定し、該同期位置として同期位置情報S17を出力する伝送路解析部である。

【0057】なお、先に説明した実施の形態1および2は、ガードインターバル内ですべての遅延波を吸収できることを前提としていたが、本実施の形態では、受信波の分布が広範囲に及んでおり、その範囲がガードインターバルを越えるような場合について説明する。受信波の分布範囲がガードインターバルを越えるような場合には、先行波の受信波位置を同期位置とすることが良いとは限らないため、本実施の形態の構成が必要となる。

【0058】つぎに、上記のように構成される受信装置の動作について説明する。なお、タイミング調整部11、時間→周波数変換部12、および相関値計算部14の動作に関しては、実施の形態1および2と同様のため説明を省略する。

【0059】伝送路解析部20では、得られた相関値分布情報S15から、受信波の強度分布をもとめ、ガードインターバル内に配置される信号電力が最小になるように同期位置を決定し、そして、同期位置情報S17を出力する。

【0060】本実施の形態にかかる受信装置において、一般的なOFDM通信では、先にも述べたように、ガードインターバル内の受信波のみが信号とみなされ、ガードインターバル外の受信波は干渉波成分となってしまう。しかしながら、本実施の形態によれば、上述のように同期位置を決定することができ、さらに受信波に対して最大の信号対干渉波電力比を実現可能となり、これにより、干渉の軽減に伴う特性向上の効果が得られる。

【0061】実施の形態4。図6は、本発明にかかるOFDM通信システム用受信装置の構成を示す図である。なお、先に説明した実施の形態1、実施の形態2、および実施の形態3の構成と同一の構成については、同一の符号を付して、機能および動作の説明を省略する。また、本実施の形態では、前記実施の形態3の構成を2系統有しているため、各符号にAまたはBを付してある。

【0062】図6において、S30AおよびS30Bは各伝送路解析部から出力される信号対干渉波電力比情報であり、30は信号対干渉波電力比情報S30AとS30Bをもとにダイバーシチ合成用の重み付け係数情報S31を計算する重み付け係数計算部であり、31は二つのブランチからの受信情報S14AおよびS14Bを重み付け係数情報S31により重み付けして合成し、合成後の受信情報S32を出力するダイバーシチ合成部である。

【0063】つぎに、上記のように構成される受信装置の動作について説明する。なお、タイミング調整部11Aと11B、時間→周波数変換部12Aと12B、および相関値計算部14Aと14Bの動作に関しては、実施の形態1、2、および3と同様のため説明を省略する。また、各ブランチの動作も実施の形態3の動作と同じである。

【0064】まず、相関値分布情報S15A、S15Bをそれぞれ受け取った伝送路解析部20a、20bでは、同期位置情報S17A、S17Bともに、ガードインターバル内に収まる受信波の電力とガードインターバル外に配置されてしまう受信波との電力の比、すなわち、信号対干渉波電力比の情報S30A、S30Bを出力する。

【0065】各信号対干渉波電力比情報を受け取った重み付け係数計算部30では、二つのブランチを合成する際に必要となる重み付け係数を決定し、重み付け係数情報S31を出力する。その後、各ブランチの受信情報S14A、S14Bがダイバーシチ合成部31に送られると、ダイバーシチ合成部31では、それぞれを重み付け係数情報S31に基づいて重み付けし、さらに合成し、

受信情報S32を出力する。

【0066】このように、本実施の形態によれば、各伝送路解析部により信号成分となる電力と、干渉成分となる電力の比が明らかとなるため、各ブランチで生成される受信情報の信頼性が向上する。また、この信号対干渉波電力比情報S30A、S30Bを利用してブランチ合成を実行すれば、より効果的なダイバーシチ受信が期待できる。なお、重み付け係数の決定の際には、信号対干渉波電力比に加えて、さらにその他の信頼度情報、たとえば、受信電力の絶対的な大きさ等を利用してもよい。また、本実施の形態では、説明の便宜上2系統のダイバーシチを構成したが、本来はこれに限らず、必要に応じて3系統、4系統、…のダイバーシチを構成することとしてもよい。

【0067】

【発明の効果】以上、説明したとおり、この発明によれば、既知の特定の繰り返しパターンと同一の信号パターンを計算し、該計算結果を予め内部に用意しておき、前記受信信号と前記信号パターンとの相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行う。これにより、相関計算の位置が多少ずれた場合は、完全に異なる波形と認識されるため、受信波が存在する位置に対して極めて鋭い相関値のピークを検出することができる。すなわち、信号受信時のノイズに極めて強く、マルチパスフェージング等が発生する実際の通信環境においても良好な同期特性が得られる、という効果を奏する。また、相関値計算手段では、OFDM信号を周波数軸信号から時間軸信号へ変換することによって、繰り返しパターンと同一の信号パターンが作られるため、パターン内に繰り返し波形を含むことが無いと考えられ、鋭い相関ピークが確実に得られる、という効果を奏する。

【0068】つぎの発明によれば、たとえば、得られる最大相関値の $1/n$  ( $n$ は任意の整数)を所定のしきい値とし、該しきい値以上で、かつ時間的に最も前方の相関値の位置を、タイミング同期の基準位置とする。これにより、ガードインターバルに収まる受信波電力を最大にすることができ、さらに、遅延波の電力が先行波の電力よりも大きい特性を持つ伝送路においても、ガードインターバルの前方に先行波(干渉波成分)が配置されることがなく、常に良好な同期特性が得られる、という効果を奏する。

【0069】つぎの発明によれば、タイミング調整手段により常に良好な同期特性が得られることから、受信信号中のデータ部分を正確に推定することができる、という効果を奏する。

【0070】つぎの発明によれば、FFT処理により、受信信号中のデータ部分が時間軸の信号から周波数軸の信号に変換され、再生される各サブキャリア上の変調信号が検波手段に検波され、その後、復調される。これにより、後続の回路に信頼性の高い受信情報を供給するこ

とができる、という効果を奏する。

【0071】つぎの発明によれば、基準位置情報および得られる複数の相関値から、マルチパス伝送路の各パスの振幅、位相回転量、遅延時間を示す伝送路情報を推定し、この情報に基づいてパイロット信号を計算する。これにより、同期処理に用いられる情報でパイロット信号を生成することができ、同期検波に必須のパイロット再生処理を、少ない処理量で実現することができる、という効果を奏する。また、本発明では、先行波探索手段からの情報で伝送路推定を行うため、検波手段にて新たにパイロット信号を配置する必要がなくなり、効率的な通信が可能となる、という効果を奏する。

【0072】つぎの発明によれば、既知の特定の繰返しパターンと同一の信号パターンを計算し、該計算結果を予め内部に用意しておき、前記受信信号と前記信号パターンとの相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行う。これにより、相関計算の位置が多少ずれた場合は、完全に異なる波形と認識されるため、受信波が存在する位置に対して極めて鋭い相関値のピークを検出することができる。すなわち、信号受信時のノイズに極めて強く、マルチパスフェージング等が発生する実際の通信環境においても良好な同期特性が得られる、という効果を奏する。また、得られる複数の相関値から、受信信号の強度分布を求め、ガードインターバル外に配置される受信信号の電力値が最小となるような同期位置を決定し、該同期位置をタイミング同期の基準位置とする。これにより、受信波に対して最大の信号対干渉波電力比を実現でき、常に良好な同期特性が得られる、という効果を奏する。

【0073】つぎの発明によれば、タイミング調整手段により常に良好な同期特性が得られることから、受信信号中のデータ部分をより正確に推定することができる、という効果を奏する。

【0074】つぎの発明によれば、FFT処理により、受信信号中のデータ部分が時間軸の信号から周波数軸の信号に変換され、再生される各サブキャリア上の変調信号が検波手段に検波され、その後、復調される。これにより、後続の回路に、より信頼性の高い受信情報を供給することができる、という効果を奏する。

【0075】つぎの発明によれば、各系統の伝送路解析手段が、それぞれ、ガードインターバル内に配置される受信信号の電力値と、ガードインターバル外に配置される干渉波となる受信信号の電力値との比の情報を出力する。そして、前記情報に基づいて重み付け係数を計算

し、各系統の検波手段の出力をこの重み付け係数に基づいて重み付けし、その後、ダイバーシチ合成を行う。これにより、信号成分となる電力と、干渉成分となる電力の比が明らかとなり、各系統で生成される受信情報の信頼性が向上する、という効果を奏する。また、信号成分となる電力と干渉成分となる電力の比の情報を利用してダイバーシチ合成を実行することにより、より効果的なダイバーシチ受信が期待できる、という効果を奏する。

【0076】つぎの発明によれば、特定のマルチキャリア時間波形パターンと同一の信号波形を予め内部に用意しておき、受信信号と信号パターンとの相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行うため、相関計算の位置が多少ずれた場合においても、完全に異なる波形と認識され、受信波が存在する位置に対して極めて鋭い相関値のピークを検出することができる、という効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 実施の形態1にかかるOFDM通信システム用受信装置の構成を示す図である。

【図2】 相関の計算法を示す図である。

【図3】 先行波探索部における先行波検出方法を示す図である。

【図4】 実施の形態2にかかるOFDM通信システム用受信装置の構成を示す図である。

【図5】 実施の形態3にかかるOFDM通信システム用受信装置の構成を示す図である。

【図6】 実施の形態4にかかるOFDM通信システム用受信装置の構成を示す図である。

【図7】 従来の移動体無線通信システムにおける受信機の構成を示す図である。

【図8】 従来におけるOFDM信号のバーストフォーマットを示すものである。

【図9】 連続する繰返しパターンの相互相関を説明するための図である。

【図10】 遅延波の電力が先行波の電力よりも大きい特性を持つ伝送路における、同期位置の推定方法を示す図である。

#### 【符号の説明】

11 タイミング調整部、12 時間→周波数変換部、13 検波部、14 相関値計算部、15 最大相関値探索部、16 先行波探索部、17 伝送路推定部、18 パイロット再生部、20 伝送路解析部、30 重み付け係数計算部、31 ダイバーシチ合成部。

## 【手続補正書】

【提出日】平成12年3月9日(2000.3.9)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】 明細書

【発明の名称】 OFDM通信システム用受信装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 受信信号に含まれる、連続する特定の繰り返しパターンを用いて、OFDM伝送におけるタイミング同期を行う受信装置において、

前記特定の繰り返しパターンと同一の信号パターンを計算し、該計算結果を予め内部に用意しておき、前記受信信号と前記信号パターンとの相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行う相関値計算手段と、

前記相関値計算手段により得られる複数の相関値を用いて、前記OFDM伝送におけるタイミング同期を行うタイミング同期処理手段と、

を備えることを特徴とする受信装置。

【請求項2】 前記タイミング同期処理手段は、前記得られる複数の相関値から、最大相関値となる位置を探索する最大相関値探索手段と、前記最大相関値から所定のしきい値を決定し、該しきい値以上で、かつ時間的に最も前方の相関値の位置を、タイミング同期の基準位置情報として出力する先行波探索手段と、

前記基準位置情報に基づいて、前記OFDM伝送におけるタイミング同期を行うタイミング調整手段と、

を備えることを特徴とする請求項1に記載の受信装置。

【請求項3】 前記タイミング調整手段は、さらに、前記基準位置情報に基づいて、距離偏差やマルチパスの影響により動的に変化する受信信号のデータ部分を決定し、該データ部分を出力することを特徴とする請求項2に記載の受信装置。

【請求項4】 前記データ部分を時間軸の信号から周波数軸の信号に変換し、各サブキャリア上の変調信号を再生する時間/周波数変換手段と、前記各サブキャリア上の変調信号を検波し、復調する検波手段と、

を備えることを特徴とする請求項3に記載の受信装置。

【請求項5】 前記基準位置情報および前記相関値計算手段から得られる複数の相関値から、マルチパス伝送路の各パスの振幅、位相回転量、遅延時間を示す伝送路情報を推定する伝送路推定手段と、

該伝送路情報からパイロット信号を計算するパイロット生成手段と、

を備え、

該パイロット信号に基づいて同期検波処理を行うことを

特徴とする請求項2、3または4に記載の受信装置。

【請求項6】 受信信号に含まれる、連続する特定の繰り返しパターンを用いて、OFDM伝送におけるタイミング同期を行う受信装置において、

前記特定の繰り返しパターンと同一の信号パターンを計算し、該計算結果を予め内部に用意しておき、前記受信信号と前記信号パターンとの相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行う相関値計算手段と、

前記得られる複数の相関値から、受信信号の強度分布を求め、ガードインターバル外に配置される受信信号の電力値が最小となるような同期位置を決定し、該同期位置をタイミング同期の基準位置情報として出力する伝送路解析手段と、

前記基準位置情報に基づいて、前記OFDM伝送におけるタイミング同期を行うタイミング調整手段と、

を備えることを特徴とする記載の受信装置。

【請求項7】 前記タイミング調整手段は、さらに、前記基準位置情報に基づいて、距離偏差やマルチパスの影響により動的に変化する受信信号のデータ部分を決定し、該データ部分を出力することを特徴とする請求項6に記載の受信装置。

【請求項8】 前記データ部分を時間軸の信号から周波数軸の信号に変換し、各サブキャリア上の変調信号を再生する時間/周波数変換手段と、

前記各サブキャリア上の変調信号を検波し、復調する検波手段と、

を備えることを特徴とする請求項7に記載の受信装置。

【請求項9】 前記相関値計算手段、伝送路解析手段、タイミング調整手段、時間/周波数変換手段、および検波手段を備える前期受信装置を、複数系統備えることにより、ダイバーシチ受信を行い、

各系統の伝送路解析手段が、それぞれ、ガードインターバル内に配置される受信信号の電力値と、ガードインターバル外に配置され干渉波となる受信信号の電力値との比の情報を出力する構成とし、

さらに、前記各系統の伝送路解析手段からの比に基づいて、重み付け係数を計算する重み付け係数計算手段と、各系統の検波手段の出力を前記重み付け係数に基づいて重み付けし、ダイバーシチ合成を行うダイバーシチ合成手段と、

を備えることを特徴とする請求項8に記載の受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、移動体通信等に用いられるOFDM通信システム用の受信装置に関するものであり、特に、受信信号に含まれる連続する特定の繰り返しパターンを用いて、OFDM伝送におけるタイミング同期を行う受信装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】以下、従来のOFDM通信システム用受信装置について説明する。たとえば、広帯域移動体通信では、距離偏差やマルチパスの影響により受信信号の到来タイミングは動的に変化する。特に、OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) に代表されるマルチキャリア通信は、受信タイミングの誤差に敏感なため、何らかの補償を行う必要がある。

【0003】上記、何らかの補償を行うOFDM通信システム用受信装置に関する文献としては、たとえば、「OFDM周波数およびシンボルタイミング同期方式」(電子情報通信学会技術報告RCS98-2)がある。この文献を例にとり、従来技術を説明する。なお、図7は、従来の移動体無線通信システムにおける受信機の構成を示す図である。また、図8は、従来におけるOFDM信号のバーストフォーマットを示すものである。

【0004】まず、受信機にて受信した受信信号(OFDM信号)S11は、相関値計算部14に入力される。なお、受信信号S11には、図8に示すように、バーストの先頭部書き込まれるプリアンプルに続いて、「パターンA」で示される長さBの特定パターンが繰り返して書き込まれている(図8では2回連続)。受信信号が入力された相関値計算部14では、連続する長さBの区間の相関値を、位置をずらしながら計算する。すなわち、所定時間毎に計算位置をずらしながら、前方の「パターンA」と後方の「パターンA」との相関を複数回とり、相関値分布情報S15を出力する。

【0005】最大相関値探索部15では、得られる相関値分布情報S15の中から、最大の相関値を示す位置を検出し、最大相関位置情報S16を出力する。そして、最大相関位置情報S16を受け取ったタイミング調整部11では、先に受け取った受信信号S11と、その最大相関位置情報S16に基づいて、受信信号S11の中におけるデータ部分の開始位置を決定し、そのデータ部分だけで構成されるデータ信号S12を時間→周波数変換部12に出力する。

【0006】なお、OFDM信号、すなわちデータ信号S12は、複数のサブキャリアに情報が分散されて多重化されているため、時間→周波数変換部12では、受け取ったデータ信号S12を、時間軸上の信号から周波数軸上の信号に変換し、各サブキャリア上の情報S13を取り出す。この処理には、通常、FFT (Fast Fourier Transform) が用いられる。

【0007】最後に、各サブキャリア上におけるデータに変換された情報S13は、検波部13に送出され、検波部13では、その情報S13を検波し、復調して受信情報S14を出力する。

【0008】このように、従来のOFDM通信システム用受信装置では、同期位置の検出に、連続する繰り返しパターン相互の相関を利用し、ノイズがない理想状態において最大電力の受信信号が入力された位置、すなわ

ち、最大の相関値を示す位置を、同期位置と推定している。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記、従来のOFDM通信システム用受信装置では、同期位置の検出に、連続する繰り返しパターン相互の相関を利用していることから、たとえば、図9に示すように、図中のCの部分が同一で、DとEの部分が異なることになり、相関値の差が非常に小さくなってしまふことがある。従って、この計算法による相関値分布情報をもとにした同期位置の推定方法では、信号受信時のノイズに極めて弱く、マルチパスフェージング等が発生する実際の通信環境においては良好な同期特性が得られない、という問題があった。

【0010】また、従来のOFDM通信システム用受信装置では、先に説明したように、ノイズがない理想状態において、最大電力の受信信号が入力された位置を、同期位置と推定する。しかしながら、現実の通信環境では、先行波が必ずしも遅延波に比べて電力が強いということは保証されていない。一般的に、OFDM通信システムでは、図10に示すように、情報部分の前方にガードインターバルと呼ばれる冗長部分が設けられており、ここで遅延波による干渉の影響を抑圧する。

【0011】そのため、このガードインターバル内にある遅延波の影響はあまり大きくないが、ガードインターバル外の受信波は、干渉成分となり、OFDM通信システムの動作に悪影響を与える。従って、図10に示すように、遅延波の電力が先行波の電力よりも大きい特性を持つ伝送路においては、ガードインターバルの前方に先行波(干渉成分)が配置されることとなり、それが同期特性劣化の要因となる。

【0012】本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、ノイズ電力の大きな通信環境においても、良好な同期特性が得られる受信装置を得ることを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明にかかるOFDM通信システム用受信装置にあっては、受信信号(OFDM信号)に含まれる、連続する特定の繰り返しパターンを用いて、OFDM伝送におけるタイミング同期を行う構成とし、前記特定の繰り返しパターン(後述する実施の形態のパターンAに相当)と同一の信号パターンを計算し、該計算結果を予め内部に用意しておき、前記受信信号と前記信号パターンとの相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行う相関値計算手段(相関値計算部14に相当)と、前記相関値計算手段により得られる複数の相関値を用いて、前記OFDM伝送におけるタイミング同期を行うタイミング同期処理手段(最大相関値探索部15、先行波探索部16、タイミング調整部11に相当)と、を備えることを特徴とする。

【0014】この発明によれば、従来のように、同期位置の検出に、連続する繰返しパターン相互の相関を利用しておらず、既知の特定の繰返しパターンと同一の信号パターンを計算し、該計算結果を予め内部に用意しておき、前記受信信号と前記信号パターンとの相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行う。

【0015】これにより、相関計算の位置が多少ずれた場合は、完全に異なる波形と認識されるため、受信波が存在する位置に対して極めて鋭い相関値のピークを検出することができる。すなわち、信号受信時のノイズに極めて強く、マルチパスフェージング等が発生する実際の通信環境においても良好な同期特性が得られる。また、相関値計算手段では、OFDM信号を周波数軸信号から時間軸信号へ変換することによって、繰返しパターンと同一の信号パターンが作られるため、パターン内に繰返し波形を含むことが無いと考えられ、鋭い相関ピークが確実に得られる。

【0016】つぎの発明にかかるOFDM通信システム用受信装置において、前記タイミング同期処理手段は、前記得られる複数の相関値から、最大相関値となる位置を探索する最大相関値探索手段（後述する実施の形態の最大相関値探索部16に相当）と、前記最大相関値から所定のしきい値（たとえば、最大相関値の $1/n$ 等）を決定し、該しきい値以上で、かつ時間的に最も前方の相関値の位置を、タイミング同期の基準位置情報として出力する先行波探索手段（先行波探索部16に相当）と、前記基準位置情報に基づいて、前記OFDM伝送におけるタイミング同期を行うタイミング調整手段（タイミング調整部11に相当）と、を備えることを特徴とする。

【0017】この発明によれば、従来のように、最大電力（最大相関値）の受信信号が入力された位置を同期位置と推定せず、たとえば、得られる最大相関値の $1/n$ （ $n$ は任意の整数）を所定のしきい値とし、該しきい値以上で、かつ時間的に最も前方の相関値の位置を、タイミング同期の基準位置とする。これにより、ガードインターバルに収まる受信波電力を最大にすることができ、さらに、遅延波の電力が先行波の電力よりも大きい特性を持つ伝送路においても、ガードインターバルの前方に先行波（干渉波成分）が配置されることがなく、常に良好な同期特性が得られる。

【0018】つぎの発明にかかるOFDM通信システム用受信装置において、前記タイミング調整手段は、さらに、前記基準位置情報に基づいて、距離偏差やマルチパスの影響により動的に変化する受信信号のデータ部分を決定し、該データ部分を出力することを特徴とする。

【0019】この発明によれば、タイミング調整手段により常に良好な同期特性が得られることから、受信信号中のデータ部分を正確に推定することができる。

【0020】つぎの発明にかかるOFDM通信システム用受信装置にあつては、前記データ部分を時間軸の信号

から周波数軸の信号に変換し、各サブキャリア上の変調信号を再生する時間／周波数変換手段（後述する実施の形態の時間一周波数変換部12に相当）と、前記各サブキャリア上の変調信号を検波し、復調する検波手段（検波部13に相当）と、を備えることを特徴とする。

【0021】この発明によれば、FFT処理により、受信信号中のデータ部分が時間軸の信号から周波数軸の信号に変換され、再生される各サブキャリア上の変調信号が検波手段に検波され、その後、復調される。これにより、後続の回路に信頼性の高い受信情報を供給することができる。

【0022】つぎの発明にかかるOFDM通信システム用受信装置にあつては、前記基準位置情報および前記相関値計算手段から得られる複数の相関値から、マルチパス伝送路の各パスの振幅、位相回転量、遅延時間を示す伝送路情報を推定する伝送路推定手段（後述する実施の形態の伝送路推定部17に相当）と、該伝送路情報からパイロット信号を計算するパイロット生成手段（パイロット再生部18に相当）と、を備え、該パイロット信号に基づいて同期検波処理を行うことを特徴とする。

【0023】この発明によれば、基準位置情報および得られる複数の相関値から、マルチパス伝送路の各パスの振幅、位相回転量、遅延時間を示す伝送路情報を推定し、この情報に基づいてパイロット信号を計算する。これにより、同期処理に用いられる情報でパイロット信号を生成することができ、同期検波に必須のパイロット再生処理を、少ない処理量で実現することができる。また、本発明では、先行波探索手段からの情報で伝送路推定を行うため、検波手段にて新たにパイロット信号を配置する必要がなくなり、効率的な通信が可能となる。

【0024】つぎの発明にかかるOFDM通信システム用受信装置にあつては、受信信号（OFDM信号）に含まれる、連続する特定の繰返しパターンを用いて、OFDM伝送におけるタイミング同期を行う構成とし、前記特定の繰返しパターン（後述する実施の形態のパターンAに相当）と同一の信号パターンを計算し、該計算結果を予め内部に用意しておき、前記受信信号と前記信号パターンとの相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行う相関値計算手段（相関値計算部14に相当）と、前記得られる複数の相関値から、受信信号の強度分布を求め、ガードインターバル外に配置される受信信号の電力値が最小となるような同期位置を決定し、該同期位置をタイミング同期の基準位置情報として出力する伝送路解析手段（伝送路解析部20に相当）と、前記基準位置情報に基づいて、前記OFDM伝送におけるタイミング同期を行うタイミング調整手段（タイミング調整部11に相当）と、を備えることを特徴とする。

【0025】この発明によれば、従来のように、同期位置の検出に、連続する繰返しパターン相互の相関を利用しておらず、既知の特定の繰返しパターンと同一の



信号パターンを計算し、該計算結果を予め内部に用意しておき、前記受信信号と前記信号パターンとの相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行う。これにより、相関計算の位置が多少ずれた場合は、完全に異なる波形と認識されるため、受信波が存在する位置に対して極めて鋭い相関値のピークを検出することができる。すなわち、信号受信時のノイズに極めて強く、マルチパスフェージング等が発生する実際の通信環境においても良好な同期特性が得られる。

【0026】また、従来のように、最大電力（最大相関値）の受信信号が入力された位置を同期位置と推定せず、たとえば、得られる複数の相関値から、受信信号の強度分布を求め、ガードインターバル外に配置される受信信号の電力値が最小となるような同期位置を決定し、該同期位置をタイミング同期の基準位置とする。これにより、受信波に対して最大の信号対干渉波電力比を実現でき、常に良好な同期特性が得られる。

【0027】つぎの発明にかかるOFDM通信システム用受信装置において、前記タイミング調整手段は、さらに、前記基準位置情報に基づいて、距離偏差やマルチパスの影響により動的に変化する受信信号のデータ部分を決定し、該データ部分を出力することを特徴とする。

【0028】この発明によれば、タイミング調整手段により常に良好な同期特性が得られることから、受信信号中のデータ部分をより正確に推定することができる。

【0029】つぎの発明にかかるOFDM通信システム用受信装置にあつては、前記データ部分を時間軸の信号から周波数軸の信号に変換し、各サブキャリア上の変調信号を再生する時間／周波数変換手段（後述する実施の形態の時間一周波数変換部12に相当）と、前記各サブキャリア上の変調信号を検波し、復調する検波手段（検波部13に相当）と、を備えることを特徴とする。

【0030】この発明によれば、FFT処理により、受信信号中のデータ部分が時間軸の信号から周波数軸の信号に変換され、再生される各サブキャリア上の変調信号が検波手段に検波され、その後、復調される。これにより、後続の回路に、より信頼性の高い受信情報を供給することができる。

【0031】つぎの発明にかかるOFDM通信システム用受信装置にあつては、前記相関値計算手段、伝送路解析手段、タイミング調整手段、時間／周波数変換手段、および検波手段の組み合わせを、複数系統備えることにより、ダイバーシチ受信を行い、各系統の伝送路解析手段が、それぞれ、ガードインターバル内に配置される受信信号の電力値と、ガードインターバル外に配置される干渉波となる受信信号の電力値との比の情報を出力する構成とし、さらに、前記比に基づいて重み付け係数を計算する重み付け係数計算手段（後述する実施の形態の重み付け計算部30に相当）と、各系統の検波手段の出力を前記重み付け係数に基づいて重み付けし、ダイバーシチ

合成を行うダイバーシチ合成手段（ダイバーシチ合成部31に相当）と、を備えることを特徴とする。

【0032】この発明によれば、各系統の伝送路解析手段が、それぞれ、ガードインターバル内に配置される受信信号の電力値と、ガードインターバル外に配置される干渉波となる受信信号の電力値との比の情報を出力する。そして、前記情報に基づいて重み付け係数を計算し、各系統の検波手段の出力をこの重み付け係数に基づいて重み付けし、その後、ダイバーシチ合成を行う。これにより、信号成分となる電力と、干渉成分となる電力の比が明らかとなり、各系統で生成される受信情報の信頼性が向上する。また、信号成分となる電力と干渉成分となる電力の比の情報を利用してダイバーシチ合成を実行することにより、より効果的なダイバーシチ受信が期待できる。

【0033】

【発明の実施の形態】以下に、本発明にかかるOFDM通信システム用受信装置の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0034】OFDM（直交周波数分割多重）通信は、マルチキャリア伝送方式の一種で、各キャリアがシンボル区間内で相互に直交するように、各キャリアの周波数が設定されている。そして、情報伝送は、シンボル区間で一定値をとる各キャリアの振幅および位相を変化させることで行われる。

【0035】この伝送方式では、周波数フェージングに強いこと、誤り訂正符号化と併用することで周波数ダイバーシチ効果が得られることなどの利点がある。また、通常のマルチキャリア伝送と異なり、各サブチャネルの周波数間隔を密に設定可能であり、さらに、シンボル区間にガードインターバルを設定することで符号間干渉の影響を軽減することができる。

【0036】実施の形態1. 図1は、本発明にかかるOFDM通信システム用受信装置の構成を示す図である。図1において、14は受信信号（OFDM信号）S11と予め計算され用意された固有パターンとの相関を計算し、相関値分布情報S15を出力する相関値計算部であり、15は相関値分布情報S15の中から最大となる相関値を探索し、最大相関値位置情報S16を生成する最大相関値探索部であり、16は相関値分布情報S15および最大相関位置情報S16からマルチパス伝送における複数の受信波を探索し、最初に到来する信号の位置情報S17を生成する先行波探索部であり、11は位置情報S17に基づいて、受信信号S11中におけるデータ部の位置を確定し、そのデータ部分であるデータ信号S12を出力するタイミング調整部であり、12はデータ信号S12を時間軸から周波数軸に変換し（通常のFFT処理）、各サブキャリア上の変調信号S13を再生する時間一周波数変換部であり、13は各サブキャリア上



の変調信号S13を検波し、受信情報S14を復調する検波部である。

【0037】つぎに、上記のように構成される受信装置の動作について説明する。まず、受信信号S11が相関値計算部14に入力され、ここで、相関値分布情報S15が計算される。

【0038】図2は、この相関の計算法を示す図である。なお、図中のバーストフォーマットは、先に説明した従来のフォーマットと同様である。また、パターンAは、既知パターンであるから、予め時間波形(図2の下部参照)を計算し用意しておくことは容易である。たとえば、ここでは、OFDM信号を周波数軸上の信号から時間軸上の信号へ変換することにより(IFFT処理)、パターンAが生成される。

【0039】本実施の形態では、たとえば、既知パターン部分を長さB×2のユニークワードとし、先に説明したとおり、パターンAと予め用意される信号パターン(パターンAの波形2つ分に相当)との相関値を計算する。この場合、相関計算の開始位置を少しづつずらすことで、各位置での相関値分布情報S15が生成される。そして、この相関値分布情報S15を受け取った最大相関値探索部15では、その情報の中から相関値が最大となる位置を検索し、最大相関位置情報S16を出力する。この情報における位置は、物理的には最大電力を有する入力パス(相対的に見て)の位置と考えることができる。

【0040】つぎに、最大相関位置情報S16と相関値分布情報S15を受け取った先行波探索部16では、マルチパス伝送における先行波を検出する処理を行う。図3は、先行波探索部16における先行波検出方法を示す図である。まず、先行波探索部16では、最大相関位置情報S16をもとに、相関値検出の基準となるしきい値を決定する。具体的にいうと、たとえば、しきい値を、先に検出した最大相関値の1/nに設定する(nは任意の適当な整数と仮定する)。

【0041】つぎに、先に検出した最大相関値位置から前方に向けてしきい値以上の位置を検索し、その中で最も前方で検出された位置を同期位置と決定し、この情報を同期位置情報S17として出力する。同期位置情報S17を受け取ったタイミング調整部11では、この同期位置情報S17をもとに、受信信号S11内のデータ部分を決定し、そのデータ部分のデータ信号S12を出力する。

【0042】なお、データ信号S12(OFDM信号)は、複数のサブキャリアに情報が分散されて多重化されているため、時間→周波数変換部12では、受け取ったデータ信号S12を、時間軸上の信号から周波数軸上の信号に変換し、各サブキャリア上の情報として、変調信号S13を取り出す。この処理には、通常、FFTが用いられる。

【0043】最後に、各サブキャリア上におけるデータに変換された変調信号S13は、検波部13に送出され、検波部13では、その変調信号S13を検波し、復調して受信情報S14を出力する。

【0044】このように、相関値計算処理に上記方法を採用すると、相関計算の位置が多少ずれた場合は、完全に異なる波形と認識され、受信波が存在する位置に対してのみ、極めて鋭い相関値のピークを検出することができる。

【0045】また、本実施の形態では、OFDM信号を周波数軸上の信号から時間軸上の信号へ変換することにより、パターンAが作られており、また、受信信号S11内には、これ以外の繰り返しパターンを含むことがないと考えられるため、鋭い相関ピークが確実に得られる。

【0046】また、本実施の形態におけるしきい値の設定方法にもよるが、上記方法で求めた同期位置より、さらに前方に受信波が存在する可能性は小さい。これは、OFDM通信において、ガードインターバル外の干渉波成分が小さくなることを意味しており、これにより、受信性能の向上が期待できる。

【0047】実施の形態2. 図4は、本発明にかかるOFDM通信システム用受信装置の構成を示す図である。なお、先に説明した実施の形態1の構成と同一の構成については、同一の符号を付して、機能および動作の説明を省略する。図4において、情報S18は先に説明した同期位置情報S17と相関値分布情報S15を合わせた相関値に関する情報であり、17は相関値に関する情報S18からマルチパスにおける伝送路を推定し、伝送路情報S19を生成する伝送路推定部であり、18は伝送路情報S19から各キャリアのパイロット信号S20を生成するパイロット再生部である。

【0048】つぎに、上記のように構成される受信装置の動作について説明する。なお、タイミング調整部11、時間→周波数変換部12、相関値計算部14、および最大相関値探索部15の動作に関しては、実施の形態1と同様のため説明を省略する。

【0049】まず、先行波探索部16により確定された同期位置情報S17は、相関値分布情報相S15とともに、相関値に関する情報S18として伝送路推定部17に送られる。そして、情報S18を受け取った伝送路推定部17では、該情報に基づいて、マルチパス伝送路の各パスの振幅(強度)、位相回転量、遅延時間等をもとめ、それらを伝送路情報S19として出力する。

【0050】伝送路情報S19を受け取ったパイロット再生部18では、該情報から各キャリアにおけるパイロット信号を計算し、その計算結果であるパイロット信号S20を出力する。そして、このパイロット信号をもとに、検波部13では、検波処理(同期検波)を行い、変調信号S13から受信情報S14を取り出す。

【0051】このように、本実施の形態によれば、同期処理に用いられる情報（マルチパス伝送路の各パスの振幅（強度）、位相回転量、遅延時間）を使って、パイロット信号の生成を行うため、同期検波において必須となるパイロット再生処理を、少ない処理量で実現できる。また、本実施の形態では、相関値に関する情報S18を用いて伝送路推定を行うため、新たにパイロット信号を配置する必要がなくなり、より効率的な通信が可能となる。

【0052】実施の形態3。図5は、本発明にかかるOFDM通信システム用受信装置の構成を示す図である。なお、先に説明した実施の形態1、および実施の形態2の構成と同一の構成については、同一の符号を付して、機能および動作の説明を省略する。

【0053】図5において、20は得られる相関値分布情報S15から、受信信号の強度分布を求め、ガードインターバル外に配置される受信信号の電力値が最小となるような同期位置を決定し、該同期位置として同期位置情報S17を出力する伝送路解析部である。

【0054】なお、先に説明した実施の形態1および2は、ガードインターバル内ですべての遅延波を吸収できることを前提としていたが、本実施の形態では、受信波の分布が広範囲に及んでおり、その範囲がガードインターバルを越えるような場合について説明する。受信波の分布範囲がガードインターバルを越えるような場合には、先行波の受信波位置を同期位置とすることが良いとは限らないため、本実施の形態の構成が必要となる。

【0055】つぎに、上記のように構成される受信装置の動作について説明する。なお、タイミング調整部11、時間→周波数変換部12、および相関値計算部14の動作に関しては、実施の形態1および2と同様のため説明を省略する。

【0056】伝送路解析部20では、得られた相関値分布情報S15から、受信波の強度分布をもとめ、ガードインターバル外に配置される信号電力が最小になるように同期位置を決定し、そして、同期位置情報S17を出力する。

【0057】本実施の形態にかかる受信装置において、一般的なOFDM通信では、先にも述べたように、ガードインターバル内の受信波のみが信号とみなされ、ガードインターバル外の受信波は干渉波成分となってしまう。しかしながら、本実施の形態によれば、上述のように同期位置を決定することができ、さらに受信波に対して最大の信号対干渉波電力比を実現可能となり、これにより、干渉の軽減に伴う特性向上の効果が得られる。

【0058】実施の形態4。図6は、本発明にかかるOFDM通信システム用受信装置の構成を示す図である。なお、先に説明した実施の形態1、実施の形態2、および実施の形態3の構成と同一の構成については、同一の符号を付して、機能および動作の説明を省略する。ま

た、本実施の形態では、前記実施の形態3の構成を2系統有しているため、各符号にAまたはBを付してある。

【0059】図6において、S30AおよびS30Bは各伝送路解析部から出力される信号対干渉波電力比情報であり、30は信号対干渉波電力比情報S30AとS30Bをもとにダイバーシチ合成用の重み付け係数情報S31を計算する重み付け係数計算部であり、31は二つのブランチからの受信情報S14AおよびS14Bを重み付け係数情報S31により重み付けして合成し、合成後の受信情報S32を出力するダイバーシチ合成部である。

【0060】つぎに、上記のように構成される受信装置の動作について説明する。なお、タイミング調整部11Aと11B、時間→周波数変換部12Aと12B、および相関値計算部14Aと14Bの動作に関しては、実施の形態1、2、および3と同様のため説明を省略する。また、各ブランチの動作も実施の形態3の動作と同じである。

【0061】まず、相関値分布情報S15A、S15Bをそれぞれ受け取った伝送路解析部20a、20bでは、同期位置情報S17A、S17Bともに、ガードインターバル内に収まる受信波の電力とガードインターバル外に配置されてしまう受信波との電力の比、すなわち、信号対干渉波電力比の情報S30A、S30Bを出力する。

【0062】各信号対干渉波電力比情報を受け取った重み付け係数計算部30では、二つのブランチを合成する際に必要となる重み付け係数を決定し、重み付け係数情報S31を出力する。その後、各ブランチの受信情報S14A、S14Bがダイバーシチ合成部31に送られると、ダイバーシチ合成部31では、それぞれを重み付け係数情報S31に基づいて重み付けし、さらに合成し、受信情報S32を出力する。

【0063】このように、本実施の形態によれば、各伝送路解析部により信号成分となる電力と、干渉成分となる電力の比が明らかとなるため、各ブランチで生成される受信情報の信頼性が向上する。また、この信号対干渉波電力比情報S30A、S30Bを利用してブランチ合成を実行すれば、より効果的なダイバーシチ受信が期待できる。なお、重み付け係数の決定の際には、信号対干渉波電力比に加えて、さらにその他の信頼度情報、たとえば、受信電力の絶対的な大きさ等を利用してもよい。また、本実施の形態では、説明の便宜上2系統のダイバーシチを構成したが、本来はこれに限らず、必要に応じて3系統、4系統、…のダイバーシチを構成することとしてもよい。

【0064】

【発明の効果】以上、説明したとおり、この発明によれば、既知の特定の繰り返しパターンと同一の信号パターンを計算し、該計算結果を予め内部に用意しておき、前

記受信信号と前記信号パターンとの相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行う。これにより、相関計算の位置が多少ずれた場合は、完全に異なる波形と認識されるため、受信波が存在する位置に対して極めて鋭い相関値のピークを検出することができる。すなわち、信号受信時のノイズに極めて強く、マルチパスフェージング等が発生する実際の通信環境においても良好な同期特性が得られる、という効果を奏する。また、相関値計算手段では、OFDM信号を周波数軸信号から時間軸信号へ変換することによって、繰り返しパターンと同一の信号パターンが作られるため、パターン内に繰り返し波形を含むことが無いと考えられ、鋭い相関ピークが確実に得られる、という効果を奏する。

【0065】つぎの発明によれば、たとえば、得られる最大相関値の $1/n$  ( $n$ は任意の整数)を所定のしきい値とし、該しきい値以上で、かつ時間的に最も前方の相関値の位置を、タイミング同期の基準位置とする。これにより、ガードインターバルに収まる受信波電力を最大にすることができ、さらに、遅延波の電力が先行波の電力よりも大きい特性を持つ伝送路においても、ガードインターバルの前方に先行波(干渉波成分)が配置されることがなく、常に良好な同期特性が得られる、という効果を奏する。

【0066】つぎの発明によれば、タイミング調整手段により常に良好な同期特性が得られることから、受信信号中のデータ部分を正確に推定することができる、という効果を奏する。

【0067】つぎの発明によれば、FFT処理により、受信信号中のデータ部分が時間軸の信号から周波数軸の信号に変換され、再生される各サブキャリア上の変調信号が検波手段に検波され、その後、復調される。これにより、後続の回路に信頼性の高い受信情報を供給することができる、という効果を奏する。

【0068】つぎの発明によれば、基準位置情報および得られる複数の相関値から、マルチパス伝送路の各パスの振幅、位相回転量、遅延時間を示す伝送路情報を推定し、この情報に基づいてパイロット信号を計算する。これにより、同期処理に用いられる情報でパイロット信号を生成することができ、同期検波に必須のパイロット再生処理を、少ない処理量で実現することができる、という効果を奏する。また、本発明では、先行波探索手段からの情報で伝送路推定を行うため、検波手段にて新たにパイロット信号を配置する必要がなくなり、効率的な通信が可能となる、という効果を奏する。

【0069】つぎの発明によれば、既知の特定の繰り返しパターンと同一の信号パターンを計算し、該計算結果を予め内部に用意しておき、前記受信信号と前記信号パターンとの相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行う。これにより、相関計算の位置が多少ずれた場合は、完全に異なる波形と認識されるため、受信波が存在

する位置に対して極めて鋭い相関値のピークを検出することができる。すなわち、信号受信時のノイズに極めて強く、マルチパスフェージング等が発生する実際の通信環境においても良好な同期特性が得られる、という効果を奏する。また、得られる複数の相関値から、受信信号の強度分布を求め、ガードインターバル外に配置される受信信号の電力値が最小となるような同期位置を決定し、該同期位置をタイミング同期の基準位置とする。これにより、受信波に対して最大の信号対干渉波電力比を実現でき、常に良好な同期特性が得られる、という効果を奏する。

【0070】つぎの発明によれば、タイミング調整手段により常に良好な同期特性が得られることから、受信信号中のデータ部分をより正確に推定することができる、という効果を奏する。

【0071】つぎの発明によれば、FFT処理により、受信信号中のデータ部分が時間軸の信号から周波数軸の信号に変換され、再生される各サブキャリア上の変調信号が検波手段に検波され、その後、復調される。これにより、後続の回路に、より信頼性の高い受信情報を供給することができる、という効果を奏する。

【0072】つぎの発明によれば、各系統の伝送路解析手段が、それぞれ、ガードインターバル内に配置される受信信号の電力値と、ガードインターバル外に配置される干渉波となる受信信号の電力値との比の情報を出力する。そして、前記情報に基づいて重み付け係数を計算し、各系統の検波手段の出力をこの重み付け係数に基づいて重み付けし、その後、ダイバーシチ合成を行う。これにより、信号成分となる電力と、干渉成分となる電力の比が明らかとなり、各系統で生成される受信情報の信頼性が向上する、という効果を奏する。また、信号成分となる電力と干渉成分となる電力の比の情報を利用してダイバーシチ合成を実行することにより、より効果的なダイバーシチ受信が期待できる、という効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 実施の形態1にかかるOFDM通信システム用受信装置の構成を示す図である。

【図2】 相関の計算法を示す図である。

【図3】 先行波探索部における先行波検出方法を示す図である。

【図4】 実施の形態2にかかるOFDM通信システム用受信装置の構成を示す図である。

【図5】 実施の形態3にかかるOFDM通信システム用受信装置の構成を示す図である。

【図6】 実施の形態4にかかるOFDM通信システム用受信装置の構成を示す図である。

【図7】 従来の移動体無線通信システムにおける受信機の構成を示す図である。

【図8】 従来におけるOFDM信号のバーストフォーマットを示すものである。

【図9】 連続する繰り返しパターンの相互相関を説明するための図である。

【図10】 遅延波の電力が先行波の電力よりも大きい特性を持つ伝送路における、同期位置の推定方法を示す図である。

【符号の説明】

11 タイミング調整部、12 時間→周波数変換部、13 検波部、14 相関値計算部、15 最大相関値探索部、16 先行波探索部、17 伝送路推定部、18 パイロット再生部、20 伝送路解析部、30 重み付け係数計算部、31 ダイバーシチ合成部。

【手続補正書】

【提出日】平成12年6月8日(2000.6.8)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 受信信号に含まれる、連続する特定の繰り返しパターンを用いて、OFDM伝送におけるタイミング同期を行う移動体通信用の受信装置において、前記特定の繰り返しパターンと同一の信号パターンを計算し、該計算結果を予め内部に用意しておき、前記受信信号と前記信号パターンとの相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行う相関値計算手段と、前記相関値計算手段により得られる複数の相関値を用いて、前記OFDM伝送におけるタイミング同期を行うタイミング同期処理手段と、を備えることを特徴とする受信装置。

【請求項2】 前記タイミング同期処理手段は、前記得られる複数の相関値から、最大相関値となる位置を探索する最大相関値探索手段と、前記最大相関値から所定のしきい値を決定し、該しきい値以上で、かつ時間的に最も前方の相関値の位置を、タイミング同期の基準位置情報として出力する先行波探索手段と、前記基準位置情報に基づいて、前記OFDM伝送におけるタイミング同期を行うタイミング調整手段と、を備えることを特徴とする請求項1に記載の受信装置。

【請求項3】 前記タイミング調整手段は、さらに、前記基準位置情報に基づいて、距離偏差やマルチパスの影響により動的に変化する受信信号のデータ部分を決定し、該データ部分を出力することを特徴とする請求項2に記載の受信装置。

【請求項4】 前記データ部分を時間軸の信号から周波数軸の信号に変換し、各サブキャリア上の変調信号を再生する時間/周波数変換手段と、前記各サブキャリア上の変調信号を検波し、復調する検波手段と、を備えることを特徴とする請求項3に記載の受信装置。

【請求項5】 前記基準位置情報および前記相関値計算手段から得られる複数の相関値から、マルチパス伝送路

の各パスの振幅、位相回転量、遅延時間を示す伝送路情報を推定する伝送路推定手段と、

該伝送路情報からパイロット信号を計算するパイロット生成手段と、を備え、

該パイロット信号に基づいて同期検波処理を行うことを特徴とする請求項2、3または4に記載の受信装置。

【請求項6】 受信信号に含まれる、連続する特定の繰り返しパターンを用いて、OFDM伝送におけるタイミング同期を行う移動体通信用の受信装置において、前記特定の繰り返しパターンと同一の信号パターンを計算し、該計算結果を予め内部に用意しておき、前記受信信号と前記信号パターンとの相関計算を、ある特定時間毎にずらしながら行う相関値計算手段と、前記得られる複数の相関値から、受信信号の強度分布を求め、ガードインターバル外に配置される受信信号の電力値が最小となるような同期位置を決定し、該同期位置をタイミング同期の基準位置情報として出力する伝送路解析手段と、

前記基準位置情報に基づいて、前記OFDM伝送におけるタイミング同期を行うタイミング調整手段と、を備えることを特徴とする記載の受信装置。

【請求項7】 前記タイミング調整手段は、さらに、前記基準位置情報に基づいて、距離偏差やマルチパスの影響により動的に変化する受信信号のデータ部分を決定し、該データ部分を出力することを特徴とする請求項6に記載の受信装置。

【請求項8】 前記データ部分を時間軸の信号から周波数軸の信号に変換し、各サブキャリア上の変調信号を再生する時間/周波数変換手段と、前記各サブキャリア上の変調信号を検波し、復調する検波手段と、

を備えることを特徴とする請求項7に記載の受信装置。

【請求項9】 前記相関値計算手段、伝送路解析手段、タイミング調整手段、時間/周波数変換手段、および検波手段を備える前期受信装置を、複数系統備えることにより、ダイバーシチ受信を行い、各系統の伝送路解析手段が、それぞれ、ガードインターバル内に配置される受信信号の電力値と、ガードインターバル外に配置される干渉波となる受信信号の電力値との比の情報を出力する構成とし、

さらに、前記各系統の伝送路解析手段からの比に基づいて、重み付け係数を計算する重み付け係数計算手段と、各系統の検波手段の出力を前記重み付け係数に基づいて

重み付けし、ダイバーシチ合成を行うダイバーシチ合成手段と、  
を備えることを特徴とする請求項8に記載の受信装置。